



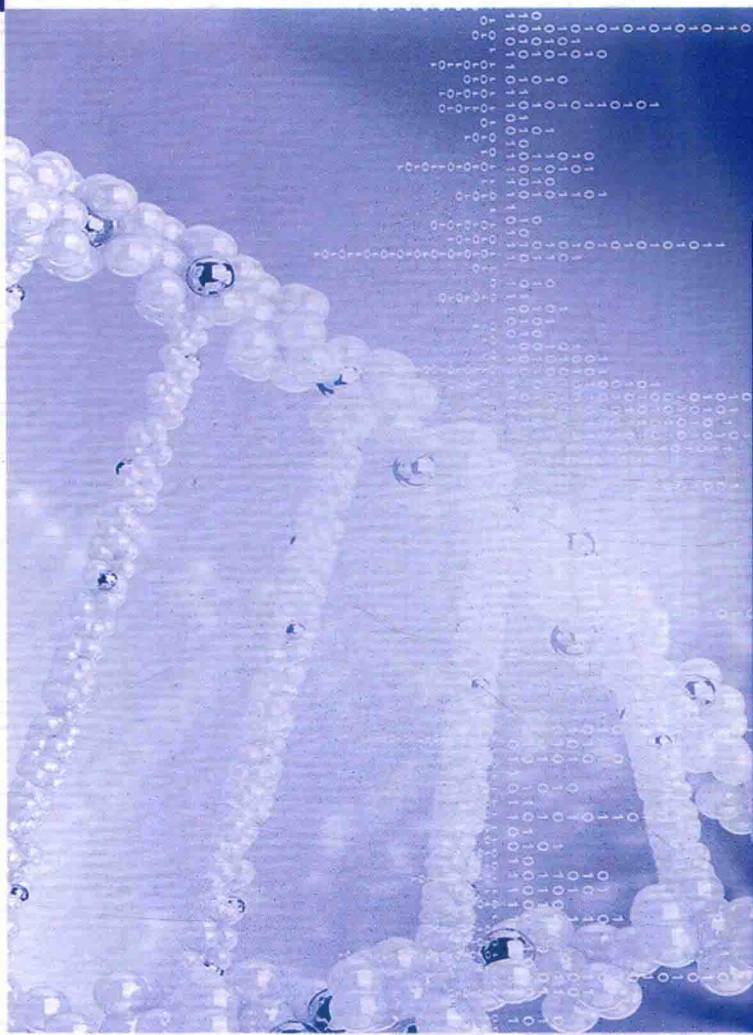
面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材

全国高等农林院校教材经典系列

全国高等农林院校教材名家系列

中国农业教育在线 数字课程配套教材
China Agricultural Education Online



遗传学

朱军 主编

第四版

GENETICS

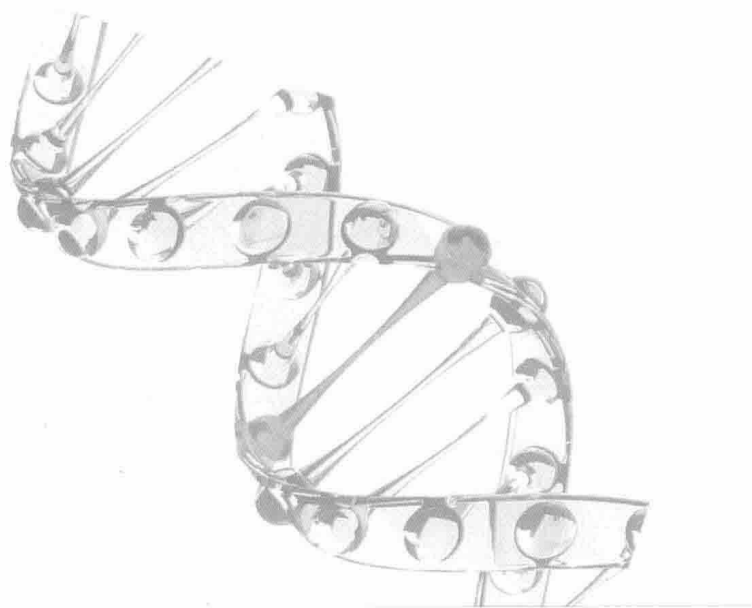
 中国农业出版社

面向21世纪课程教材
普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材
全国高等农林院校教材经典系列
全国高等农林院校教材名家系列
中国农业教育在线数字课程配套教材

遗传学

朱军
主编

第四版



国农业出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

遗传学 / 朱军主编. -- 4 版. -- 北京: 中国农业出版社, 2018. 12

面向 21 世纪课程教材 普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材 全国高等农林院校教材经典系列 全国高等农林院校教材名家系列 中国农业教育在线数字课程配套教材

ISBN 978-7-109-24790-1

I. ①遗… II. ①朱… III. ①遗传学—高等学校—教材 IV. ①Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 249630 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区麦子店街 18 号楼)

(邮政编码 100125)

责任编辑 刘 梁 宋美仙

文字编辑 李国忠

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

1980 年 1 月第 1 版 2018 年 12 月第 4 版

2018 年 12 月第 4 版北京第 1 次印刷

开本: 889mm×1194mm 1/16 印张: 22.25

字数: 565 千字

定价: 49.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

第四版编者

主 编 朱 军 (浙江大学)
编 者 朱 军 (浙江大学)
 祝水金 (浙江大学)
 刘庆昌 (中国农业大学)
 张天真 (浙江大学)
 廖玉才 (华中农业大学)

第一版编者

- 主 编 季道藩 (浙江农业大学)
副主编 米景九 许启凤 戴景瑞 (北京农业大学)
参 编 丁巨波 (山东农学院)
李正德 (西北农学院)
潘家驹 (南京农学院)
裴新澍 李 梅 (湖南农学院)

第二版编者

- 主 编 季道藩 (浙江农业大学)
副主编 米景九 (北京农业大学)
许启凤 (北京农业大学)
戴景瑞 (北京农业大学)
参 编 丁巨波 (山东农业大学)
李正德 (西北农学院)
潘家驹 (南京农业大学)
裴新澍 (湖南农学院)

第三版编者

- 主 编 朱 军 (浙江大学)
参 编 刘庆昌 (中国农业大学)
张天真 (南京农业大学)
廖玉才 (华中农业大学)
严菊强 (浙江大学)
审 稿 季道藩 (浙江大学)
张启发 (华中农业大学)

第四版前言

《遗传学》教材第一版和第二版均由季道藩教授主编，分别于 1980 年和 1984 年出版。《遗传学》第三版由朱军教授主编，于 2002 年出版。该教材凝聚了遗传学界前辈们的心血和成果，文字精练，写作严谨，知识阐述循序渐进，深入浅出，阐述透彻，深受高等院校广大师生的欢迎，一直以来被广泛采用。该教材曾获全国高等学校优秀教材奖，被列入教育部面向 21 世纪课程教材、普通高等教育农业农村部“十三五”规划教材，并被遴选列入全国高等农林院校教材经典系列、全国高等农林院校教材名家系列。

遗传学是生命科学研究的重要基础学科，1906 年首次作为学科名称被提出，是现代众多学科中发展最为迅猛的学科之一。自 2001 年人类全基因组测序完成以来，新技术得到快速发展，极大地拓展了生物遗传变异研究的广度与深度，大量累积的多层次变异信息为揭示基因的表达调控、性状遗传发育等奠定了信息学基础，人类及动植物的遗传学研究得到加速发展，迎来了一个全新的世纪。《遗传学》教材第三版出版至今已近 20 年，为了将最新的遗传学相关研究成果及时引入教材，经本教材编者及中国农业出版社多次商议，对《遗传学》第三版进行修订。

本次修订基本保持第三版的体系构架，对部分内容进行增删、更新，以反映现代遗传学的最新研究成果和研究前沿。全书共由 14 章组成。第一章绪论、第十三章数量性状遗传和第十四章群体遗传与进化由浙江大学朱军教授负责修订；第二章遗传的细胞学基础和第三章遗传物质的分子基础由浙江大学祝水金教授负责修订；第四章孟德尔遗传、第五章连锁遗传和性连锁、第十一章细胞质遗传由中国农业大学刘庆昌教授负责修订；第六章染色体变异和第十章基因突变由浙江大学张天真教授负责修订；第七章细菌和病毒的遗传、第八章基因的表达与调控、第九章基因工程和基因组学、第十二章遗传与发育由华中农业大学廖玉才教授负责修订。

本教材的修订得到了各位编者所在学校以及中国农业出版社的大力支持，祝水金教授对修订稿全文进行了仔细审阅处理，在此一并致谢。由于时间及业务水平有限，本次修订缺点或疏漏仍在所难免，恳请批评指正。

编者

2018年8月

第一版前言

遗传学是生物科学中一门基础理论科学。它在高等农业院校的教学计划中是一门重要的专业基础课程，是为作物育种学和有关学科打基础的课程。为了使本教材适用于农学类各专业教学的需要，在编写内容上首先注意保持遗传学本身的系统性，力求反映近代遗传学的发展；同时注意联系生产实际，着重指出遗传理论应用于育种工作的途径。教材中除必须采用的经典例证以外，尽量引述农作物的资料，兼顾其他生物类型。

本教材的各章顺序基本上是按遗传学的发展过程编写的。前言简略介绍了遗传学的任务及其发展概况。正文共分十三章，大致可以分为五个部分。第一部分主要是介绍遗传的基本规律及其细胞学基础。为了使学生能在学习了植物学的基础上，进一步认识细胞结构、功能和分裂方式与遗传的关系，特在讲解分离、独立分配和连锁遗传三个基本规律以前，单设“遗传的细胞学基础”一章。第二部分介绍数量性状遗传的特征及其研究方法，以及近亲繁殖和杂种优势的遗传理论。第三部分介绍除基因重组而外的其他三个引起变异的原因，即基因突变、染色体结构的变异和染色体数目的变异。第四部分着重介绍遗传物质的分子基础及其功能，并另设“遗传工程”一章，简述近代遗传学发展的新动向。第五部分包括两个方面，一章是从细胞质的遗传说明核质的统一关系，另一章是从遗传学的研究论证生物进化的机理。

本教材每章都附有复习题，供学生进行课外作业。关于本课程 100 学时的分配，建议讲课 70~80 学时，实验课 20~30 学时。本课程的实验指导书，曾请湖南农学院遗传教研组征集各校资料，汇编成册，可以参考。

本教材初稿编成后，曾寄请各高等农业院校和有关科研单位的专家审阅。参加审稿会的（按校名笔画多少为序）有山西农学院（刘克治）、四川农学院（林文君）、安徽农学院（徐静斐）、华中农学院（肖成汉）、江西共产主义劳动大学（董仁恕）、西南农学院（王碧霞）、华南农学院

(吴汉)、沈阳农学院(陈兆驹)、河北农业大学(董毓琨)、河南农学院(陈伟程)、福建农学院(卢浩然、林学建)、浙江农业大学(赖银暄、徐杰坤)等院校的同志,都曾提出许多宝贵的意见。本教材初稿在讨论、审稿和定稿过程中,曾先后得到浙江农业大学、湖南农学院和山东农学院的党委和系总支的关切和指导,得到这三个院校遗传育种教研组的热情协助,于此谨表深切的感谢。

本教材是由六个院校分工编写的。山东农学院编写第八、九章,西北农学院编写第四、七章,南京农学院编写第二、三章,湖南农学院编写第五、十三章,北京农业大学编写第十、十一和十二章,浙江农业大学编写前言及第一、六章。由于编者业务水平的限制,编写时间匆促,本教材内容一定存在许多缺点或错误。请各院校在教学实践过程中,对本教材提出意见和批评,以便今后改正和修订。

1978年12月

第二版前言

本书是1980年出版的全国高等农业院校试用教材《遗传学》的修订本。

为了提高高等农业院校遗传学的教学质量，介绍本学科的发展动态，交流有关的教学、科研经验，农业部教育局曾于1981年8月在泰安山东农学院召开高等农业、林业、农垦院校植物遗传学教学研讨会。会议期间对本教材进行过讨论，与会代表提出许多宝贵的意见。这次修订就是以这些意见为主要依据，并进一步吸取会后几年来各院校教学实践的经验和要求，参考近年来国内外遗传学教材的内容，经过编写组反复讨论修改的。

这次修订的基本原则是：(1) 保持教材原有的章次体系，进行必要的增补和删并，力求反映现代遗传学发展的动向。(2) 强调本教材适用于基础遗传学的需要，着重介绍遗传学的基本原理；为育种学打基础，为以后高年级或研究生学习细胞遗传学、数量遗传学和分子遗传学等专题课程打基础。因此，这次修订增添了“细菌和病毒的遗传”和“遗传与发育”两章，同时把第一版“遗传工程”一章并入“遗传物质的分子基础”一章内。并且，适当增加微生物、动物和人类遗传的资料，扩大遗传学的基础知识。

这次修订新增添的两章由北京农业大学编写；其余各章均仍由原编写的院校负责修改。在教材修订过程中，先后分别在浙江农业大学、广西农学院和山东农业大学进行修订大纲、审议初稿和修改定稿工作。承蒙三个院校的党委和校系领导的大力支持和关怀，特别是得到三校遗传育种教研组的热情协助和提出宝贵意见，使本教材修订得以顺利完成，在此深致谢意。

由于业务水平所限，本教材虽经修订，一定还存在不少缺点和错误，谨希批评指正。

第三版前言

本教材是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”项目成果。

很难用语言形容季道藩教授主编的《遗传学》在农业院校遗传学教学中所起的重要作用。自《遗传学》这本教材问世以来，它已走过了 20 多个年头，一直受到农业院校广大师生的欢迎，一再重印，并经过修订，在高校图书馆经常供不应求。真可谓是遗传学科的一本经典教材。因此，它曾获第二届全国高等学校优秀教材奖。

季道藩教授主编的《遗传学》教材，既有较强的理论性、又密切联系生产实际，文字精练，能深入浅出地向学生介绍遗传学的基本原理及其应用。这本教材凝聚了遗传学界许多老前辈的心血，它是老一辈科学家、学者毕生探索、研究所取得的成果。

遗传学作为生物科学的一门基础学科，涵盖面广，理论性强，又与实际应用紧密联系。近 10 年来遗传学迅猛发展，并与其他学科相互渗透，诞生了一些新兴的边缘学科。有必要对原《遗传学》教材进行增补和修改，使学生能及时了解本学科的最新进展，并掌握新的理论和方法，这也是我们从事遗传学教学、研究的工作者在新世纪的职责。在季道藩教授的鼓励和支持下，我们几位从事遗传学教学的中青年教师对《遗传学》教材进行了修订，并由季道藩教授和张启发教授担任审稿人。

本书是在季道藩教授主编的《遗传学》（第二版，1984 年）基础上，根据分子遗传、数量遗传、发育遗传等领域的研究进展改编的，尽量结合了农业生物学和植物、动物遗传育种的实践，系统地介绍了新的理论和分析方法，力图反映 20 世纪 90 年代以来遗传学的进展。正文共 14 章，第一章主要介绍遗传学研究的任务及其发展概况（由朱军编写）；第二章和第三章主要介绍遗传的细胞学基础和遗传物质的分子基础（由严菊强编写）；第四章和第五章主要介绍分离规律、独立分配规律和连锁遗传三大基本规律（由刘庆昌编写）；第六章介绍染色体结构和数目变异等非基因重组引起的变异（由张天真编写）；第七章、第八章和第九章介绍

原生生物遗传、分子遗传和基因组学（由廖玉才编写）；第十章介绍基因突变（由张天真编写）；第十一章介绍细胞质遗传（由刘庆昌编写）；第十二章介绍遗传与发育（由廖玉才编写）；第十三章和第十四章主要介绍数量遗传和群体遗传与进化（由朱军编写）。附录中收录了常见遗传学用词英汉对照。全书由朱军统稿和定稿。

我对由我的恩师季道藩教授主编的原《遗传学》教材怀有特别深厚的感情，是它指引我踏入了遗传学科的殿堂。我在浙江农业大学执教期间，也用这本教材向学生传授遗传学知识。我们编写组的其他成员大多与我年龄相仿，他们对这本教材也有着与我相仿的感情和经历。而今，当我们参加《遗传学》教材改编时，唯恐我们的文字表达和对遗传学科的理解和理论方法不及老前辈们精辟和严谨，会使这本经典教材蒙受损伤。我们是怀着对遗传学原编写组崇敬和仰慕的心情，开始我们的改编工作。我们也像他们一样倾注了我们的心血和努力。我们希望呈现给广大读者的《遗传学》教材，仍能保持它原有的经久不衰的魅力。

我要感谢恩师季道藩教授，他不顾年老多病，仍以他一贯严谨的治学态度，逐字逐句看完了这本书稿，并提出了宝贵的意见。同时，我也要感谢张启发教授，他在百忙中非常关心这本书的编写，并参与本书的大纲制定和初稿审阅。我亦感谢华中农业大学高友军老师，他对初稿提出了许多修改建议。最后，我还要感谢中国农业出版社的同志们，他们对我们编写组的工作给予了充分的支持和帮助。

朱 军

2001年8月

目 录

第四版前言
第一版前言
第二版前言
第三版前言

01 第一章 绪论 / 1

- 第一节 遗传学研究的对象和任务 / 1
- 第二节 遗传学的发展 / 2
- 第三节 遗传学在科学和生产发展中的作用 / 4

02 第二章 遗传的细胞学基础 / 6

- 第一节 细胞的结构和功能 / 6
 - 一、原核细胞的结构和功能 / 6
 - 二、真核细胞的结构和功能 / 7
 - 第二节 染色体的形态和数目 / 10
 - 一、染色体的形态特征 / 10
 - 二、染色体的数目 / 12
 - 第三节 细胞的有丝分裂 / 14
 - 一、细胞周期 / 14
 - 二、有丝分裂的过程 / 16
 - 三、有丝分裂的遗传学意义 / 17
 - 第四节 细胞的减数分裂 / 18
 - 一、减数分裂的过程 / 18
 - 二、减数分裂的遗传学意义 / 20
 - 第五节 配子的形成和受精 / 21
 - 一、雌配子和雄配子的形成 / 21
 - 二、受精 / 23
 - 三、直感现象 / 23
 - 四、无融合生殖 / 24
 - 第六节 生活周期 / 25
 - 一、低等植物的生活周期 / 25
 - 二、高等植物的生活周期 / 26
 - 三、高等动物的生活周期 / 27
- 复习思考题 / 28

03 第三章 遗传物质的分子基础 / 30

- 第一节 DNA 作为主要遗传物质的证据 / 30
 - 一、DNA 作为主要遗传物质的间接证据 / 30
 - 二、DNA 作为主要遗传物质的直接证据 / 31
 - 第二节 核酸的化学结构 / 33
 - 一、两种核酸及其分布 / 33
 - 二、DNA 的分子结构 / 34
 - 三、RNA 的分子结构 / 37
 - 第三节 染色体的分子结构 / 37
 - 一、原核生物染色体 / 37
 - 二、真核生物染色体 / 38
 - 第四节 DNA 的复制 / 41
 - 一、DNA 复制的一般特点 / 41
 - 二、原核生物 DNA 复制 / 42
 - 三、真核生物 DNA 复制的特点 / 45
 - 第五节 RNA 的转录及加工 / 46
 - 一、RNA 分子的种类 / 47
 - 二、RNA 转录的一般特点 / 49
 - 三、原核生物 RNA 的转录 / 49
 - 四、真核生物 RNA 的转录及加工 / 51
 - 第六节 遗传密码与蛋白质的翻译 / 53
 - 一、遗传密码 / 53
 - 二、蛋白质的合成 / 55
 - 三、中心法则及其发展 / 60
- 复习思考题 / 61

04 第四章 孟德尔遗传 / 62

- 第一节 分离规律 / 62
 - 一、孟德尔的豌豆杂交试验 / 62
 - 二、分离现象的解释 / 63
 - 三、表现型和基因型 / 64
 - 四、分离规律的验证 / 64
 - 五、分离比例实现的条件 / 66
 - 六、分离规律的应用 / 66
- 第二节 独立分配规律 / 67
 - 一、两对相对性状的遗传 / 67
 - 二、独立分配现象的解释 / 68
 - 三、独立分配规律的验证 / 69
 - 四、多对基因的遗传 / 70
 - 五、独立分配规律的应用 / 72
 - 六、 χ^2 测验 / 72
- 第三节 孟德尔规律的补充和发展 / 74
 - 一、显隐性关系的相对性 / 74

- 二、复等位基因 / 75
- 三、致死基因 / 75
- 四、非等位基因间的相互作用 / 76
- 五、多因一效和一因多效 / 79
- 复习思考题 / 80

05 第五章 连锁遗传和性连锁 / 82

- 第一节 连锁与交换 / 82
 - 一、连锁 / 82
 - 二、交换 / 85
- 第二节 交换值及其测定 / 86
 - 一、交换值 / 86
 - 二、交换值的测定 / 86
- 第三节 基因定位与连锁遗传图 / 88
 - 一、基因定位 / 88
 - 二、连锁遗传图 / 91
- 第四节 真菌类的连锁与交换 / 92
- 第五节 连锁遗传规律的应用 / 94
- 第六节 性别决定与性连锁 / 95
 - 一、性染色体与性别决定 / 95
 - 二、性连锁 / 97
- 复习思考题 / 99

06 第六章 染色体变异 / 102

- 第一节 染色体结构变异 / 102
 - 一、缺失 / 102
 - 二、重复 / 104
 - 三、倒位 / 105
 - 四、易位 / 107
- 第二节 染色体结构变异的应用 / 110
 - 一、基因定位 / 110
 - 二、果蝇的 CIB 测定法 / 111
 - 三、利用易位创造玉米核不育系的双杂合保持系 / 112
 - 四、易位在家蚕生产上的利用 / 113
- 第三节 染色体数目的变异 / 113
 - 一、染色体的倍数性变异 / 114
 - 二、非整倍体 / 123
- 复习思考题 / 129

07 第七章 细菌和病毒的遗传 / 132

- 第一节 细菌和病毒遗传研究的意义 / 132
 - 一、细菌 / 132
 - 二、病毒 / 133
 - 三、细菌和病毒在遗传研究中的优越性 / 134

第二节 噬菌体的遗传分析 / 135

- 一、噬菌体的结构 / 135
- 二、 T_2 噬菌体的基因重组与作图 / 137
- 三、 λ 噬菌体的基因重组与作图 / 138

第三节 细菌的遗传分析 / 139

- 一、转化 / 139
- 二、接合 / 141
- 三、性导 / 147
- 四、转导 / 148

复习思考题 / 154

08 第八章 基因的表达与调控 / 157

第一节 基因的概念 / 157

- 一、基因的概念及其发展 / 157
- 二、基因的微细结构 / 158
- 三、基因的作用与性状的表达 / 161

第二节 基因调控 / 163

- 一、原核生物的基因调控 / 163
- 二、真核生物的基因调控 / 173

复习思考题 / 189

09 第九章 基因工程和基因组学 / 191

第一节 基因工程 / 191

- 一、基因工程概述 / 191
- 二、限制性核酸内切酶 / 192
- 三、载体 / 194
- 四、基因的分离与鉴定 / 200
- 五、基因工程的应用 / 206

第二节 基因组学 / 213

- 一、基因组图谱的构建 / 214
- 二、基因组测序 / 219
- 三、基因组图谱的应用 / 220
- 四、后基因组学 / 221

复习思考题 / 223

10 第十章 基因突变 / 225

第一节 基因突变的时期和特征 / 225

- 一、基因突变的时期 / 225
- 二、基因突变的一般特征 / 226

第二节 基因突变与性状表现 / 229

- 一、显性突变和隐性突变的性状表现 / 229
- 二、大突变和微突变的性状表现 / 230

第三节 基因突变的鉴定 / 230

- 一、植物基因突变的鉴定 / 230

- 二、生物化学突变的鉴定 / 232
- 三、人类基因突变的鉴定 / 233
- 第四节 基因突变的分子基础 / 234
 - 一、基因突变的分子机制 / 234
 - 二、基因突变的修复 / 235
- 第五节 基因突变的诱发 / 238
 - 一、物理因素诱变 / 238
 - 二、化学因素诱变 / 240
- 第六节 转座因子 / 242
 - 一、转座因子的发现和鉴定 / 243
 - 二、转座因子的结构特性 / 243
 - 三、转座因子的应用 / 245
- 复习思考题 / 246

11 第十一章 细胞质遗传 / 247

- 第一节 细胞质遗传的概念和特点 / 247
 - 一、细胞质遗传的概念 / 247
 - 二、细胞质遗传的特点 / 248
- 第二节 母性影响 / 248
- 第三节 叶绿体遗传 / 249
 - 一、叶绿体遗传的表现 / 249
 - 二、叶绿体基因组 / 251
- 第四节 线粒体遗传 / 253
 - 一、线粒体遗传的表现 / 253
 - 二、线粒体基因组 / 254
- 第五节 共生体和质粒决定的染色体外遗传 / 256
 - 一、共生体的遗传 / 256
 - 二、质粒的遗传 / 258
- 第六节 植物雄性不育性的遗传 / 259
 - 一、雄性不育性的类别及其遗传特点 / 259
 - 二、雄性不育性的发生机制 / 262
 - 三、雄性不育性的利用 / 264
- 复习思考题 / 265

12 第十二章 遗传与发育 / 266

- 第一节 细胞质和细胞核在个体发育中的作用 / 266
 - 一、细胞质在细胞生长和分化中的作用 / 266
 - 二、细胞核在细胞生长和分化中的作用 / 267
 - 三、细胞核和细胞质在个体发育中的相互依存 / 268
 - 四、环境条件对个体发育的影响 / 268
- 第二节 基因对个体发育的控制 / 269
 - 一、个体发育的阶段性与 / 269
 - 二、基因与发育模式 / 269
 - 三、基因与发育过程 / 273