



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校园林专业通用教材

园林植物遗传学

(第2版)

戴思兰 编著



中国林业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等院校园林专业通用教材

园林植物遗传学

(第2版)

戴思兰 编著
张启翔 包满珠 主审

中国林业出版社

内容简介

本教材在编写过程中考虑到园林和观赏园艺专业人才培养的需要,根据园林和观赏园艺专业学生知识体系和认知过程进行编写。全书分为15章,主要包括:遗传的细胞学基础,孟德尔式遗传分析,连锁遗传与染色体作图,数量性状的遗传,细胞质遗传,遗传物质的改变,遗传的分子基础,群体遗传与进化,花色的遗传调控,彩斑现象的遗传分析,花朵直径的遗传,花发育的遗传调控,重瓣性的遗传和花型的发展,抗性遗传。每章附有本章提要、思考题和推荐阅读书目。

图书在版编目(CIP)数据

园林植物遗传学/戴思兰编著. -2版. -北京:中国林业出版社,2010.2
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等院校园林专业通用教材
ISBN 978-7-5038-5536-8

I. ①园… II. ①戴… III. ①园林植物-植物学:遗传学-高等学校-教材 IV. ①Q943

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第220057号

中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

策划、责任编辑:康红梅

电话:83220109 83221489 传真:83220109

出版发行 中国林业出版社(100009 北京市西城区德内大街刘海胡同7号)

E-mail: jiaocaipublic@163.com 电话:(010) 83224477

网 址: <http://lycb.forestry.gov.cn>

经 销 新华书店
印 刷 中国农业出版社印刷厂
版 次 2005年8月第1版(共印2次)
2010年11月第2版
印 次 2010年11月第1次印刷
开 本 850mm×1168mm 1/16
印 张 19.75
字 数 456千字
定 价 32.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

高等院校园林专业通用教材

编写指导委员会

顾 问 陈俊愉 孟兆祯

主 任 张启翔

副主任 王向荣 包满珠

委 员 (以姓氏笔画为序)

弓 弼	王 浩	王莲英	包志毅
成仿云	刘庆华	刘青林	刘 燕
朱建宁	李 雄	李树华	张文英
张彦广	张建林	杨秋生	芦建国
何松林	沈守云	卓丽环	高亦珂
高俊平	高 翹	唐学山	程金水
蔡 君	樊国盛	戴思兰	

第2版前言

多年从事园林植物遗传育种教学工作，深感园林与园艺专业的学生们需要一本具有专业特色的遗传学教材。为此，笔者以园林植物遗传育种学教学教案为核心，在参阅大量文献的基础上，编写了《园林植物遗传学》。该书于2005年作为普通高等教育“十五”国家级规划教材正式由中国林业出版社出版。

第1版出版后，得到了师生们的好评。同时，也得到了很多老师和同学们的积极建议。此次教材修订工作力求保持原书的知识系统，在教材内容的编排上仍然力求根据园林专业知识结构的特点，采用符合学生认知过程的编排顺序，由易到难，由一般问题到特殊问题。使学生们尽可能在有限的课程学习时间里，全面系统地掌握和理解园林植物主要观赏性状的遗传变异规律，为进行园林植物育种实践储备知识，并培养学生们独立思考问题和分析问题的能力。本书在第1版的基础上，引入了园林植物遗传学研究的最新进展资料，特别是在色素代谢途径和开花调控研究上补充了新的研究内容。为了便于学生们学习，本书还补充了中英文名词索引、植物中文名称索引和植物拉丁名索引。本书除适于一般本科生阅读，也可供有兴趣从事观赏植物遗传学研究的研究生和教师参考。

本教材修订版再次被列为教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”。教材编写和修订过程中始终得到北京林业大学教务处、北京林业大学园林学院和中国林业出版社等领导和朋友的积极协助和大力支持。教材修订过程中承蒙张启翔和包满珠先生审阅，提出宝贵的修改意见和建议。中国林业出版社的编辑为此书的再版付出了艰辛的努力。在此致以衷心感谢！

另外，还要感谢北京林业大学菊花育种课题组的博士研究生张莉俊、王顺利、丁焱、胡可、曹华雯、王子凡、韩科厅、李崇晖、黄河、王翊，硕士研究生王娟、姜宁宁、裴红美、赵莉、李芳、王琳琳、牛雅静、唐杏娇等同学，在完成学业的同时协助进行了大量资料整理和文字校对工作，是他们对园林植物遗传变异现象抱有的好奇心和探索热情，提高了本书资料的严谨性和准确性。

本书对第1版中出现的错误和疏漏做了尽可能全面的更正，并补充了部分近年来该领域研究的最新成果，限于篇幅很多研究进展未能收录进来。由于编者水平有限，错误和疏漏之处依然难免，敬希各位同仁批评指正。

戴思兰

2010年9月

PREFACE

As a teacher of genetics and breeding of ornamentals for many years, I feel that the students and teachers need a textbook, which introduces principles and practice of modern genetics in this field. Based on my teaching experience and the teaching drafts, I completed the manuscript of ‘Genetics of Landscape Plants’ referring lots of literatures. It was published in the year of 2005 by the Forestry Publishing House of China as the National Ordinary Higher Education Textbook in the ‘Tenth Five-Year Plan’.

The first edition is used as a main textbook of university course and has been recommending by many teachers and students who have given a lot of useful suggestions. The new edition still keeps the knowledge integrally and systematically. Considering easy learning for students, the contents in this book are arranged from simple to complex and from general to special. Our aim is to let students to learn the concept of modern genetics in a short time, to understand the inheritance of ornamental traits and to acquire the ability of analyzing and thinking independently. Exercises are still given at the end of each chapter. Some new scientific results in this field are introduced either, especially on genetic control of pigment biosynthesis pathway and flowering time. For study convenient, glossary, index of plants by Latin name and index of plants by Chinese name are given. This book can be used not only as a textbook for students but also as a reference for graduate students and teachers.

This new edition has also been listed as the National Ordinary Higher Education Textbook in the “Eleventh Five-Year Plan”. The author appreciates the supports of the Education Department, the College of Landscape Architecture of Beijing Forestry University and the Forestry Publishing House of China. Thanks are given to Professors Zhang Qixiang and Bao Manzhu for their proofreading in this edition, and to the editors in the Forestry Publishing House of China for their efforts as well.

Appreciation is expressed to my Ph. D. students Zhang Lijun, Wang Shunli, Ding Yan, Hu Ke, Cao Huawen, Wang Zifan, Han Keting, Li Chonghui, Huang

He, Wang Yi and graduate students Wang Juan, Jiang Ningning, Pei Hongmei, Zhao Li, Li Fang, Niu Yajing, Tang Xingjiao etc. for their checking during the preparation of this book.

Though many revisions have been done and some advanced knowledge was taken into consideration, it is hardly to make the book as perfect as expectant. Any comment and suggestion is acceptable for the next edition.

Dai Silan

Sep 2010

第1版前言

近年来,随着国民经济和科学技术的发展,人民生活水平不断提高,花卉消费需求日益增长,这就对观赏园艺工作者提出了更高的要求,必须不断地培育出观赏植物新品种,以提高我国花卉产业的竞争实力,并为园林绿化和美化工作提供更多的植物材料。这就迫切要求广大观赏园艺工作者掌握现代遗传学基础理论,以指导观赏植物育种实践。

植物遗传学是园林、观赏园艺专业的重要专业基础课,是观赏植物育种工作的理论基础。然而迄今为止,还没有一本适合园林、观赏园艺专业本科教学需要的相应教材供学生参考。《园林植物遗传学》是笔者在多年从事园林植物遗传学教学工作的基础上编写而成的。

本教材主要内容包括七个部分:①遗传的细胞学基础和遗传的基本规律;②数量性状的遗传;③细胞质遗传;④遗传基础的变异;⑤遗传的分子基础;⑥群体遗传与进化;⑦园林植物主要观赏性状的遗传规律。

本书力求系统地向学生们介绍现代遗传学的主要基础理论,而且较全面地反映主要植物观赏性状的遗传学研究进展。在内容的编排上根据园林、观赏园艺专业知识结构的特点,采用符合学生认知过程的顺序,由易到难,由一般问题到特殊问题。使学生在有限的课程学习时间里全面系统地掌握现代遗传学的基本知识,理解观赏植物主要观赏性状的遗传变异规律,为进行花卉育种实践储备知识,同时培养独立思考问题和分析问题的能力。

本教材为教育部“普通高等教育‘十五’国家级规划教材”。在教材编写过程中得到北京林业大学教务处、北京林业大学园林学院和中国林业出版社等领导和朋友的积极协助和大力支持。教材定稿过程中承蒙陈俊愉、程金水、张启翔、苏雪痕和王莲英等先生多方指点,提出了宝贵的意见和建议。在教材编写过程中,徐清燠、许莹修、白新祥、马月萍、王顺利分别参与了第8章、第9章、第10章、第12章和第15章的编写工作;孟丽、张莉俊、宁慧娟、陈龙涛、丁焱、张明姝、王彩侠参与了部分章节资料整理和文字校对工作。在此致以衷心的感谢!

多年从事园林植物遗传育种学教学工作,感到如何让遗传学知识为我国园林事业的发展助力始终是一个值得探讨的课题。现代遗传学飞速发展,新知识层出不穷。介绍现代遗传学原理的中外文版本的教科书亦多种多样。本教材编写过程中参考了大量相关教科书,也曾得到多方建议。由于编者水平有限,错误和疏漏之处在所难免,敬希各位同仁予以指正。

戴思兰

2004年10月

第2版前言

第1版前言

第1章 绪 论	(1)
1.1 园林植物遗传学研究的对象及任务	(1)
1.2 遗传学的基本概念和基本内容	(2)
1.3 遗传学发展简史	(5)
1.4 园林植物在遗传学研究中的特殊作用	(7)
1.5 学习和应用	(8)
思考题	(9)
推荐阅读书目	(9)
第2章 遗传的细胞学基础	(10)
2.1 细胞	(10)
2.2 染色体	(12)
2.3 细胞分裂	(17)
2.4 配子的形成与受精	(22)
2.5 高等植物染色体周史	(24)
思考题	(25)
推荐阅读书目	(25)
第3章 孟德尔式遗传分析	(26)
3.1 分离定律	(26)
3.2 自由组合定律(独立分配定律)	(33)
3.3 基因互作的遗传分析	(37)
思考题	(42)
推荐阅读书目	(43)
第4章 连锁遗传与染色体作图	(44)

4.1 遗传的染色体学说	(44)
4.2 连锁和交换定律	(50)
4.3 基因组染色体作图	(56)
思考题	(61)
推荐阅读书目	(61)
第5章 数量性状的遗传	(62)
5.1 数量性状的特征	(62)
5.2 数量性状的遗传学分析	(63)
5.3 分析数量性状的基本统计方法	(68)
5.4 遗传变异和遗传力	(74)
5.5 近亲繁殖与杂种优势	(77)
思考题	(82)
推荐阅读书目	(83)
第6章 细胞质遗传	(84)
6.1 母性影响	(84)
6.2 细胞质遗传	(84)
6.3 细胞质遗传的物质基础	(86)
6.4 细胞质遗传与植物雄性不育系	(91)
6.5 细胞质遗传系统的相对独立性	(95)
思考题	(96)
推荐阅读书目	(96)
第7章 遗传物质的改变	(97)
7.1 染色体结构的改变	(97)
7.2 染色体数目变异	(104)
7.3 基因突变	(109)
思考题	(115)
推荐阅读书目	(116)
第8章 遗传的分子基础	(117)
8.1 DNA 是遗传物质的证据	(117)
8.2 核酸的化学结构	(122)
8.3 DNA 的半保留复制	(126)
8.4 DNA 与遗传密码	(128)
8.5 蛋白质的生物合成	(130)
8.6 现代基因的概念	(135)

8.7 基因表达的调控	(137)
8.8 基因突变的分子基础	(140)
思考题	(144)
推荐阅读书目	(144)
第9章 群体遗传与进化	(145)
9.1 理想群体中的基因行为	(145)
9.2 影响群体遗传组成的因素	(150)
9.3 栽培群体的遗传	(155)
9.4 自然群体中的遗传多态性	(156)
9.5 物种形成	(160)
9.6 分子进化与中性学说	(165)
思考题	(170)
推荐阅读书目	(170)
第10章 花色的遗传调控	(171)
10.1 自然界的花与花色	(171)
10.2 花色表型的测定方法	(173)
10.3 花色的化学基础	(176)
10.4 花色变异的机理	(187)
10.5 花色的遗传学基础	(192)
10.6 花色的遗传改良	(198)
思考题	(201)
推荐阅读书目	(202)
第11章 彩斑现象的遗传分析	(203)
11.1 植物体上的花斑与条纹	(203)
11.2 规则性花瓣彩斑的遗传	(204)
11.3 不规则彩斑的遗传	(206)
11.4 嵌合体的遗传	(209)
思考题	(212)
推荐阅读书目	(212)
第12章 花朵直径的遗传	(213)
12.1 增加花朵直径的途径	(213)
12.2 花朵直径与多基因系统	(214)
12.3 多基因系统的作用机理	(216)
12.4 多基因系统的鉴定	(221)

思考题	(224)
推荐阅读书目	(224)
第13章 花发育的遗传调控	(225)
13.1 花发育概述	(225)
13.2 影响植物成花的因素	(228)
13.3 花转变的顺序和基因对成花的控制	(232)
13.4 植物成花过程中各因子之间的互作	(236)
13.5 成花逆转现象	(237)
思考题	(240)
推荐阅读书目	(240)
第14章 重瓣性的遗传和花型的发展	(241)
14.1 花被和雄蕊的进化趋势	(241)
14.2 重瓣花的起源	(244)
14.3 重瓣花的遗传	(247)
14.4 花型的发展趋势	(248)
思考题	(254)
推荐阅读书目	(254)
第15章 抗性遗传	(255)
15.1 植物对逆境的反应	(255)
15.2 园林植物抗病性	(257)
15.3 植物抗虫性	(262)
15.4 低温胁迫与园林植物的抗寒性	(265)
15.5 热胁迫与植物的耐热性	(267)
15.6 植物对水分胁迫的耐受能力	(269)
15.7 水涝对植物的作用	(275)
15.8 环境污染与氧化胁迫	(279)
思考题	(282)
推荐阅读书目	(282)
参考文献	(284)
索 引	(285)
索引 I 英文名词索引	(285)
索引 II 中文名词索引	(289)
索引 III 植物拉丁名称索引	(292)
索引 IV 植物中文名称索引	(295)

CONTENTS

Preface

Chapter 1 Introduction	(1)
1.1 Objects and tasks	(1)
1.2 Main concepts and contents of genetics	(2)
1.3 Development and history of genetics	(5)
1.4 Special role of landscape plants in the research of genetics	(7)
1.5 Learn and use genetics	(8)
Chapter 2 Essential cytology	(10)
2.1 Cell	(10)
2.2 Chromosome	(12)
2.3 Cell division	(17)
2.4 Gamete formation and fertilization	(22)
2.5 Chromosome cycle of higher plants	(24)
Chapter 3 Mendelian genetics	(26)
3.1 Law of segregation	(26)
3.2 Law of independent assortment	(33)
3.3 Gene interaction	(37)
Chapter 4 Linkage and chromosome mapping	(44)
4.1 Chromosomal genetics	(44)
4.2 Law of linkage and exchange	(50)
4.3 Chromosome mapping	(56)
Chapter 5 Quantitative genetics	(62)
5.1 Quantitative characters	(62)
5.2 Quantitative inheritance	(63)
5.3 Analysis of polygenic traits	(68)
5.4 Variance and heritability	(74)
5.5 Inbreeding and heterosis	(77)

Chapter 6 Cytoplasmic inheritance	(84)
6.1 Maternal inheritance	(84)
6.2 Cytoplasmic inheritance	(84)
6.3 Material base for cytoplasmic inheritance	(86)
6.4 Male sterility	(91)
6.5 Comparative independence of cytoplasmic inheritance	(95)
 Chapter 7 Genetic variation	(97)
7.1 Chromosome mutation; variation in arrangement	(97)
7.2 Chromosome mutation; variation in number	(104)
7.3 Gene mutation	(109)
 Chapter 8 Molecular genetics	(117)
8.1 Characteristics of the genetic material	(117)
8.2 Molecular structure of DNA	(122)
8.3 Semi-conservative replication	(126)
8.4 DNA and genetic code	(128)
8.5 Biosynthesis of protein	(130)
8.6 Modern concept of gene	(135)
8.7 Regulated gene expression	(137)
8.8 Molecular mechanism of gene mutation	(140)
 Chapter 9 Population genetics and evolution	(145)
9.1 Populations and gene pools	(145)
9.2 Factors that alter alleles frequencies in population	(150)
9.3 Inheritance and evolution of cultivated population	(155)
9.4 Genetic polymorphisms of natural population	(156)
9.5 Speciation	(160)
9.6 Molecular evolution and neutral mutation	(165)
 Chapter 10 Genetic control on flower color	(171)
10.1 Flowers and flower color in nature	(171)
10.2 Flower color mensuration	(173)
10.3 Chemical mechanism of flower color	(176)
10.4 Variation in flower color	(187)
10.5 Genetic basis of flower color	(192)
10.6 Genetic modification of flower color	(198)

Chapter 11	Color spots and strips	(203)
11.1	Color spots and strips on plants	(203)
11.2	Regular spots and strips	(204)
11.3	Irregular spots and strips	(206)
11.4	Chimaeras	(209)
Chapter 12	Flower Diameter	(213)
12.1	Approaches to increase flower diameter	(213)
12.2	Flower diameter and polygenic system	(214)
12.3	Mechanism of polygenic system	(216)
12.4	Calculating the number of genes	(221)
Chapter 13	Genetic control on flower development	(225)
13.1	Concept	(225)
13.2	Influencing factors on flower formation	(228)
13.3	Flowering determination and gene control	(232)
13.4	Interaction of flowering factors	(236)
13.5	Flowering reversion	(237)
Chapter 14	Genetic basis of overlapping petal flower and flower type development	(241)
14.1	Genesis and evolution of perianth	(241)
14.2	Origin of overlapping petal	(244)
14.3	Inheritance of overlapping petal flower	(247)
14.4	Trends of flower type development	(248)
Chapter 15	Genetic basis of stress resistance	(255)
15.1	Environment stress and plant resistance	(255)
15.2	Resistance to disease	(257)
15.3	Resistance to insects attack	(262)
15.4	Resistance to low temperature	(265)
15.5	Resistance to high temperature	(267)
15.6	Resistance to water stress	(269)
15.7	Water logging and oxygen shortage	(275)
15.8	Air pollution and oxidization	(279)
References		(284)
Index		(285)

第1章 绪 论

[本章提要] 园林植物遗传学是人们理解园林植物千姿百态的观赏性状的产生和发展规律的基础,也是进行园林植物育种的基础。本章介绍了园林植物遗传学研究的对象和任务、现代遗传学的主要内容及其发展历程和园林植物遗传学研究的主要内容。

园林植物遗传学 (genetics of ornamental plants) 是园林植物与观赏园艺学科一门重要的专业基础课程,着重在基本原理上阐述观赏植物主要观赏性状的遗传和变异机理。

1.1 园林植物遗传学研究的对象及任务

我们所要研究的园林植物 (landscape plants) 即观赏植物 (ornamental plants), 定义为具有一定观赏价值,用于室内外布置以美化环境并丰富人们生活的植物。园林植物是园林事业的重要组成部分。

首先,园林植物是造园的基本要素。丰富的园林景观依赖于植物的合理搭配。园林绿地中丰富多彩、欣欣向荣、万紫千红的植物在向人们展示物种多样性和生态景观多样性的同时还展示了自然之美的神奇魅力。没有植物就没有园林。没有丰富多彩的园林植物就没有变化万千的园林景观。大自然的春华秋实、鸟语花香、山清水秀是因为披上了绿装才如此美丽。西方人士称誉中国为“园林之母”,即指中国野生和栽培的园林植物资源极为丰富,曾经对世界园艺事业作出了重要贡献。在现代化园林城市(城市的园林)的建设中各类园林植物无疑将继续发挥其在造园中的主导作用。

第二,中华民族是一个爱花的民族。在数千年的农耕文化中积累了丰富的栽培经验和种植技艺,也形成了独具特色的“花文化”。在此基础上形成了许多独树一帜的品种群。梅花 (*Prunus mume*)、牡丹 (*Paeonia suffruticosa*)、菊花 (*Chrysanthemum × morifolium*)、兰花 (*Cymbidium* spp.) 等独特丰富的品种群无不表现出中华民族的文化内涵。这些将继续影响我们的花卉园艺事业,也是中华花卉园艺走向世界的优势。

第三,现代园林植物已经深入到人们的日常生活中。观赏植物已成为人们日常消费的一部分。室内盆花、鲜切花、花木盆景装点着日益富裕起来的人民生活。随着人们对花卉需求的增长,对花卉种类和品种质量的要求也日益提高。园林工作者对观赏植物的研究内容也日益深化。

现代园林植物不仅包括室外种植的木本植物、草本花卉、草坪和各种地被植物,还包括各种室内外盆花、鲜切花、花木盆景,甚至是干花。这些植物在生长发育中表

现出各自独特的观赏性状。各类植物变化万千的观赏性状组成了丰富多彩的观赏植物品种群。园林中从植物的姿态到色彩,从枝、干到花、叶,甚至果实,均是观赏对象。中华百花园中各类花卉的色彩、芳香、花型、瓣型、花期等观赏性状均是观赏植物观赏价值的组成要素。这些美丽的音符组成了花园中花的乐章。不同的生物学特性和生态习性使观赏植物在各种生活条件下表现出千姿百态的美。

园林植物遗传学以上述各类观赏植物为研究材料,以各种观赏性状为研究对象,以植物个体为研究单位,研究观赏植物性状遗传变异的基本规律。这些知识将为更好地栽培各类园林植物,培育优新品种提供理论依据。

1.2 遗传学的基本概念和基本内容

1.2.1 遗传与变异现象

自然界的生物种类繁多,形形色色。但无论是高等动植物还是低等微生物,其共同的特征之一就是自我繁殖:老的个体成长并繁殖新的后代,最终死亡。物种在这种不断繁殖的过程中得以延续。生物依靠这种自我繁殖,繁衍了种族,同时又将自身的特征特性传递下去。这种上下代之间性状的相似现象,即生物体世代间的连续性就是“遗传”(heredity),亦即物生其类,“种瓜得瓜,种豆得豆”。在有性繁殖情况下,遗传通过性细胞实现,而在无性繁殖情况下,遗传通过体细胞实现。生物体通过遗传,不仅传递了与亲代相似的一面,同时也传递了与亲代相异的一面。同种生物亲代与子代之间以及子代不同个体之间的差异称为变异(variation)。

遗传和变异是有机体在繁殖过程中同时出现的两种普遍现象,是对立与统一的一对矛盾。两者相互依存,相互制约,贯穿于个体发育与系统发育的始终,在一定的条件下又可以相互转化,矛盾对立统一的结果,使生物向前发展。遗传和变异现象是生命活动的基本特征之一,是生物进化发展和品种形成的内在原因。在生命运动过程中,遗传是相对的、保守的,而变异是经常的、发展的。没有变异,生物界就失去了进化的动力,遗传只能是简单的重复。没有遗传,就不可能保持物种的相对稳定性,变异不能积累,变异将失去意义,生物也就不可能进化。

1.2.2 遗传物质

遗传是一种生命活动,生命活动是物质运动的一种形式,因此遗传也是一种物质的运动形式。生物在进行有性繁殖时,亲代和子代之间的唯一物质联系是配子(gamete)。雌配子(macrogamete)(卵细胞,egg)和雄配子(male gamete)(精子,sperm)的细胞核内的染色体由蛋白质和脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid,DNA)分子组成。DNA分子构成的基因将亲代特征的遗传信息传递给子代。DNA就是沟通生物体上下代之间遗传信息的物质载体。来自双亲的配子结合形成的合子包含了该种生物体发育的全部遗传信息。获得这种遗传信息的合子将发育成与亲代属于同一物种的个体。当生物体的遗传物质及其组成发生变化时,会相应影响个体性状的表达。生物体