



新世纪高职高专教改项目成果教材  
Xinshiji Gaozhi Gaozhuān Jiāogāi Xiāngmù Chéngguó Jiāocái

# 园艺植物遗传育种

季孔庶 主 编  
李际红 副主编



新世纪高职高专教改项目成果教材  
Xinshiji Gaozhi Gaozhuan Jiaogai Xiangmu Chengguo Jiaocai

# 园艺植物遗传育种

季孔庶 主 编  
李际红 副主编

1/12.2

高等教育出版社

## 内容提要

本书是新世纪高职高专教改项目成果,是在总结园艺植物遗传育种的多年教学实践,经广泛征求意见,收集国内外尽可能多的最新遗传育种相关原理和技术资料的基础上完成的。

全书共 10 章和 11 个实训。教学内容包括:绪论(含育种目标与途径)、经典遗传与细胞质遗传、数量遗传、园艺植物种质资源与引种驯化、选择育种、有性杂交育种、杂种优势利用、诱变育种、现代生物技术育种和新品种的审定与推广繁育。实训内容包括:花卉种质资源调查和性状鉴定、果树芽变选种、无性繁殖园艺植物的选择育种计划制定、园艺植物开花习性调查与花粉生活力测定、园艺植物的有性杂交、园艺植物多倍体的诱发与鉴定、果树良种苗木的鉴定与检验、花卉良种苗木的鉴定与检验、蔬菜良种种子播种品质检验、植物组织培养技术和园艺植物转基因技术。

本书可供高职高专校园艺专业和园林专业学生、成人教育使用,也可供相关科技人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

园艺植物遗传育种/季孔庶主编. —北京:高等教育出版社,2005.4

ISBN 7-04-016476-0

I. 园... II. 季... III. 园艺作物-遗传育种-高等学校:技术学校-教材 IV. S603.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 027125 号

策划编辑 张庆波 责任编辑 田 军 封面设计 王 睢 责任绘图 朱 静  
版式设计 王 莹 责任校对 朱惠芳 责任印制 孔 源

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100011  
总 机 010-58581000

经 销 北京蓝色畅想图书发行有限公司  
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16  
印 张 19  
字 数 460 000

购书热线 010-58581118  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2005 年 5 月第 1 版  
印 次 2005 年 5 月第 1 次印刷  
定 价 23.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 16476-00

## 出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高[2000]3 号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高[2000]2 号）的精神，教育部高等教育司决定从 2000 年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一些较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2002 年 11 月 30 日

# 前 言

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分。经济发展、科技进步、教育国际化趋势对高职高专教育提出了更新、更高的要求。根据教育部《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》的有关精神,吸收《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的成果,本着基础知识“必需、够用”、加强实训的原则,我们编写了《园艺植物遗传育种》教材。

全书以园艺植物育种原理和相关技术为重点,充分考虑到遗传是育种的基础,将经典遗传、细胞质遗传和数量遗传的内容分别单独作为一章来阐述,而将基因突变和染色体变异、分子遗传学知识分别放入诱变育种和现代生物技术中讲述。为了尽量避免赘述,将育种目标与育种途径内容并入绪论。全书共分10章的理论学习内容,涵盖了园艺植物遗传育种领域的相关知识,特别是一些新的育种技术,如航天育种、低能重离子育种等,是至今作者阅读到的相关教材所未涉及的。此外,为使高职高专学生更多地掌握实用的育种技术,本书在最后还专门撰写了11个实训,内容涉及种质资源调查和性状鉴定、芽变选种、育种计划制定、开花习性调查与花粉生活力测定、有性杂交、多倍体的诱发与鉴定、良种苗木的鉴定与检验、植物组织培养和园艺植物转基因技术等。全书的建议教学总学时为64~80学时,其中48~64学时为理论教学,16学时为实训。

全书由南京林业大学林木遗传育种国家级重点学科的季孔庶博士任主编并统稿。第1~8章和第10章及实训2、3、7~9由季孔庶编写。第9章和实训1、4~6、10、11由山东农业大学科技学院李际红编写。

南京农业大学张天真教授在百忙中对全书进行细致审稿,并提出宝贵意见和建议;南京林业大学施季森副校长和南京林业大学应用技术学院倪晓琴院长给予了关心和帮助;本书的出版还得到贤妻瑞芳女士的竭力支持。在本书出版之际,谨向本书做出贡献的所有人员致以衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中定有不少错漏,请广大读者多提宝贵意见,以便在再版时修订。

季孔庶

2005年1月于南京

# 目 录

第一章 绪论 .....	1	§ 6.6 杂种后代的选育与培育 .....	134
§ 1.1 园艺植物遗传育种中的地位、涉及的内容与任务 .....	1	§ 6.7 回交育种 .....	142
§ 1.2 园艺植物的进化与遗传改良 .....	2	§ 6.8 远缘杂交育种 .....	145
§ 1.3 园艺植物良种的作用 .....	3	第七章 杂种优势利用 .....	152
§ 1.4 园艺植物遗传育种的历史与发展 .....	4	§ 7.1 杂种优势的概念、遗传解释与利用概况 .....	152
§ 1.5 中国园艺植物遗传育种的概况 .....	6	§ 7.2 杂种优势的度量方法 .....	154
§ 1.6 园艺植物育种目标的确定 .....	8	§ 7.3 杂种优势的固定 .....	155
§ 1.7 园艺植物育种途径 .....	14	§ 7.4 杂种优势利用的程序 .....	156
§ 1.8 园艺植物遗传育种的发展趋势 .....	16	§ 7.5 杂种种子的生产 .....	163
第二章 经典遗传与细胞质遗传 .....	19	§ 7.6 自交不亲和性及其利用 .....	165
§ 2.1 孟德尔遗传定律(分离定律、自由组合定律) .....	19	§ 7.7 雄性不育性及其利用 .....	171
§ 2.2 连锁遗传定律与遗传图谱 .....	28	第八章 诱变育种 .....	178
§ 2.3 细胞质(非染色体)遗传 .....	38	§ 8.1 诱变育种的意义与特点 .....	178
第三章 数量遗传 .....	48	§ 8.2 诱变育种的遗传基础 .....	180
§ 3.1 数量性状的特征 .....	48	§ 8.3 辐射育种 .....	188
§ 3.2 多基因效应 .....	49	§ 8.4 化学诱变育种 .....	200
§ 3.3 遗传率 .....	54	§ 8.5 多倍体育种 .....	206
第四章 园艺植物种质资源与引种驯化 .....	61	§ 8.6 航天与离子注入诱变育种 .....	211
§ 4.1 种质资源的现状与工作内容 .....	61	第九章 现代生物技术育种 .....	213
§ 4.2 引种驯化 .....	82	§ 9.1 分子育种的遗传基础 .....	213
§ 4.3 引种原则与方法 .....	87	§ 9.2 基因工程与育种 .....	218
第五章 选择育种 .....	95	§ 9.3 分子标记与育种 .....	221
§ 5.1 概念、地位与选择的效应 .....	95	§ 9.4 植物离体培养育种 .....	223
§ 5.2 选择标准的制定原则 .....	96	第十章 新品种的审定与推广繁育 .....	245
§ 5.3 有性繁殖植物的选择育种 .....	97	§ 10.1 品种审定 .....	245
§ 5.4 无性繁殖植物的选择育种 .....	106	§ 10.2 植物新品种保护 .....	247
第六章 有性杂交育种 .....	116	§ 10.3 品种推广 .....	249
§ 6.1 有性杂交育种的概念与地位 .....	116	§ 10.4 良种繁育 .....	251
§ 6.2 园艺植物主要性状遗传表现 .....	117	实训 1 花卉种质资源调查与性状鉴定 .....	259
§ 6.3 有性杂交的方式 .....	123	实训 2 果树芽变选种 .....	261
§ 6.4 杂交亲本的选择与选配 .....	125	实训 3 无性繁殖园艺植物的选择育种计划制定 .....	265
§ 6.5 有性杂交技术 .....	129	实训 4 园艺植物开花习性调查与	

	花粉生活力测定 .....	271	实训 8	花卉良种苗木的鉴定与检验 .....	280
实训 5	园艺植物的有性杂交 ——菊花的杂交育种 .....	273	实训 9	蔬菜良种种子播种品质检验 .....	283
实训 6	园艺植物多倍体的诱发与 鉴定 .....	275	实训 10	植物组织培养技术 .....	287
实训 7	果树良种苗木的鉴定与检验 .....	278	实训 11	园艺植物转基因技术 .....	289
			主要参考文献	.....	291

# 第一章 绪 论

**学习目标** 了解园艺植物遗传育种的作用地位、发展历史及其趋势,育种的主要目标及特点;掌握该学科所涉及的相关内容及任务、制定育种目标的根据;理解自然进化与人工进化间相互关系及遗传改良对于促进植物进化的作用;知道良种的作用、育种的途径和方法。

## § 1.1 园艺植物遗传育种的地位、涉及的内容与任务

园艺植物包括果树、蔬菜和观赏植物,有时也将茶叶、药用植物和芳香植物等列入其中。园艺植物是人类在饮食过程中获取大量维生素、粗纤维、矿物质和许多次生代谢物等人体所需的重要营养物质的来源;同时也是改善生态环境、净化空气、陶冶情操,多层次提高精神文明的重要途径。随着社会的不断发展,人民生活水平的不断提高,人类对物质文明和精神文明的需求日趋增长,在此过程中,人类为了达到身心健康,对优质果品、蔬菜及由花、木、草坪等组成的观赏园林植物在质和量上的需求也日益增加。因此,如何不断提高园艺植物品质和产量,已成为农业生产中的一项重要任务。特别是随着我国小康社会建设步伐的加快,园艺植物遗传育种被赋予更重要的地位。我国加入 WTO 后,为了抢占农产品的国际市场,及近年来国家为了有效解决“三农”问题而开展的农业产业结构调整,园艺植物遗传育种的作用地位更显突出。

显然,园艺植物生产的最终目标是达到优质、高产和高效,而提高园艺植物品质和产量,基本上是通过两个密切相关的途径来实现的:一是研究园艺植物的遗传特点,改良园艺植物遗传特性,选育符合农业技术进步要求,具更强适应性的新品种(系);二是改进栽培技术和改善栽培条件,使品种(系)遗传潜力得到充分发挥。前者属于园艺植物遗传育种的内容,而后者则属于园艺作物栽培的范畴。

园艺植物遗传育种是为了最大限度地挖掘遗传资源,揭示果树、蔬菜和观赏植物等的栽培种、野生种及其近缘种的遗传和变异规律;并根据这些规律,按照预先设定的目标,人为地采取有效措施,改良已有的园艺植物品种(系)和创造新品种(系)的过程。在研究园艺植物遗传变异规律过程中,为了达到充分利用遗传资源的目标,不仅要涉及已有园艺植物栽培品种(系)材料,而且要将其野生种及近缘种考虑在内,揭示它们的遗传变异现象及其规律,分析产生遗传变异的原因和内在本质,从而有效指导育种实践,使人们运用各种育种手段,能动地改良园艺植物遗传性,创造优质、高产和稳产的新种质,为实现高效的农业生产服务。可见园艺植物遗传育种涉及遗传与育种的两方面内容,且这两方面内容又是密不可分的,遗传理论源于育种实践,它揭示了植物的本质,为指导育种实践提供理论支撑,育种过程中实施的各项技术必须依赖于遗传的原理;而育种实践反过来又可为验证遗传理论的真实性及充实遗传规律的内容服务,使遗传理论得到丰



富与发展。从总体而言,遗传的内容主要包括:经典遗传的分离、自由组合和连锁互换定律,细胞质遗传,数量遗传,基因突变及染色体变异及现代分子遗传等;育种技术主要涉及:育种目标制定及其实现目标的相应策略,种质资源搜集、保存、研究、利用和创新,选择育种的方法,人工创造变异的途径、方法与技术,杂交育种及杂种优势利用,良种审定及推广和良种繁育等。

而事实上,园艺植物遗传育种是一门综合性非常强的学科,在理论指导和具体工作中要涉及许多相关学科。这些学科包括植物学、植物生理生化、园艺植物栽培学、植物病理学和昆虫学、生物统计学、细胞生物学、分子生物学、现代生物技术、植物生态学、土壤学、园艺产品贮藏加工等。为了实现高效育种的目标,必须强调采取多学科相互渗透、协作攻关的现代育种理念,综合运用相关学科的成就和现代先进技术,最大限度地提高育种科学水平,加速育种进程,为农业生产繁育更加优良的园艺植物新种质。

园艺植物遗传育种的基本任务是研究和掌握园艺植物性状遗传变异规律及其本质;科学地制定先进而切实可行的育种目标;搜集、评价和利用种质资源;开发和利用适当的育种途径和方法,选育符合市场需求的优良品种(系),乃至新的园艺作物;在繁殖、推广的过程中保持及提高其种性,提供数量充足、质量可靠、成本低廉的繁殖材料,促进优质、高产、高效园艺业的发展。

## § 1.2 园艺植物的进化与遗传改良

自然界形态各异的植物包括园艺植物中用于栽培的品种(系)或类型,均是由较原始的植物演变而来的,同时也处于不断进化过程中。植物的这种演变和发展过程称为进化过程。达尔文认为植物进化过程受变异、遗传和选择三个基本要素的作用,变异与遗传是进化的内因与基础,而选择则决定了进化的发展方向。选择又包括自然的和人工的选择,与其相对应延伸出了自然进化与人工进化的过程。在此过程中,遗传的变异是进化的原料,若无变异或者变异不能遗传给后代,则无论是自然或人工选择都不能发挥作用。自然选择结果使变异朝着有利于植物种群生存和繁衍的方向渐进;人工选择则保存和积累了对人类有利的变异,促使野生植物向栽培类型进化。原始农业诞生伊始,人们直接食用采集到的野生植物种子、果实和地下根茎,并将吃剩的种子、根茎等弃于住处周围,当看到这些扔掉的部分也能继续长出植株时,便开始尝试有意识地种植该植物,对该植物的驯化也就开始了。当人们对某野生植物经过相当长时间的驯化、培育和有意或无意的选择后,栽培植物品种(系)即慢慢形成,其实质是人工进化的结果。人工进化是人类为了农业发展需要,人工创造变异并进行人工选择的进化,其中也包括了有意识地利用自然变异及自然选择作用。如对各种环境胁迫的适应性,以种子、果实为主要产品的植物繁殖能力提高等。这种人工进化过程从农业诞生之日开始到现在仍在无止境地延续着,促使野生植物驯化成栽培植物,并从古老的原始地方品种(系)经不断选育发展成为现代品种(系)。由于人工选择的参与,使栽培植物的进化速度远远快于野生植物。

现代达尔文主义认为种群是进化的基本单位;物种是隔离的种群;突变和由杂交实现的基因重组是进化的基本原料;选择的基础在于差别繁殖,造成种群内基因频率发生改变;隔离促进了新类型的形成。据此观点,进化的基本要素是突变、基因重组、隔离和选择,它为遗传改良提供了可靠的理论支撑,从而也加速了植物进化的进程。

从野生植物驯化为栽培植物,已显示出初步而缓慢的遗传改良作用,当然,这种作用远远不

能满足现代园艺植物生产的要求。此时采用重组育种和杂交育种等途径,将优势性状集中于一体而形成新品种(系);利用诱变育种手段,提高突变频率和按人类需求促成各种自然界很难发生、甚至不可能发生的基因重组,乃至通过生物技术措施导入一些外源基因,来推进植物进化的速度和丰富进化的原料。同时遗传改良可超越空间距离和山岳、海洋、湖泊和沙漠等自然隔离条件,创造人为的隔离环境,以促进植物新类型的形成。在选择的目的性和计划性等方面,自然选择无目的和计划可循,而遗传改良由初期的无目的和无计划的无意识选择,发展到有目的和有计划的选择。随着科技的进步和育种技术的改进,遗传改良可在短短几年或十几年中创造若干个新的生物类型、新品种(系);而自然进化创造新的变种、种平均需要经历几万年或几十万年的历史进程。在类型多样化方面,自然进化往往只能产生有限的适应类型。而遗传改良中为了满足人类对产品的多层次、多样化需求而创造极其丰富的类型。例如,野生甘蓝是起源于地中海沿岸的一种草本植物。在当地气候、土壤环境长期的自然选择下,形成了它们喜好温和冷凉,不耐热,要求光照充足,湿润的土壤,不耐于旱和瘠薄等特性。野生甘蓝顶芽和侧芽都较发达,能发生繁茂的叶丛,而不形成特殊的贮藏器官。人类在4 000多年以前就开始栽培甘蓝,在不同环境条件的培育和选择下,形成了许多栽培变种,如顶芽发达先长成叶簇,后结成叶球的结球甘蓝;侧芽形成许多小叶球的抱子甘蓝;茎部短缩膨大形成球状肉质茎的球茎甘蓝;顶端花芽肥大形成肥嫩花球的花椰菜;花枝发达,形成许多肥嫩花枝的青椰菜;叶片皱缩、叶色多彩,观赏价值较高的羽衣甘蓝等。

### § 1.3 园艺植物良种的作用

园艺植物遗传育种最终是为了获得适于生产的良种。良种是优良品种(系)的简称,它是指在适应的地区,采用优良的栽培技术,能够生产出高产、优质,并能适时供应产品的品种(系)。它的作用体现在以下几方面:

#### 1. 提高单位面积产量和改善产品品质

增加产量的良种一般都有较大的增产潜力。园艺植物推广的高产品种增产效果一般在15%~30%以上。高产品种在大面积推广过程中保持连续而均衡增产的潜力,就是说在推广范围内对不同年份、不同地块的土壤和气候等因素的变化具有较强的适应能力。对多年生果树和花木类植物来说更重要的是品种本身有较高的自我调节能力。

对于园艺植物来说,提高和改善产品品质的重要性常远远超过产量。在市场上,大田作物产品的品种间质量差价大体上不超过一倍,而果品、蔬菜、花卉由于外观品质、食用品质、加工品质和贮运品质方面的差异,市场价格相差几倍到几十倍的情况是常见的。这体现出园艺植物良种在改善品质、提高经济效益等方面的重要作用。

#### 2. 提高抗病虫害能力,减少农药污染

病虫害是发展园艺生产的重要障碍因子。每年耗费在防治病虫害的农药方面资金很大,而在产品、土壤、大气、水源方面也常造成严重污染,危害人们的健康。抗病虫品种(系)的育成可降低农药的用量,以减少污染,降低成本。

#### 3. 增强适应性和抗逆性,节约能源

对环境适应性广、抗逆性强的良种,不仅可以扩大种植区域,也在一定程度上降低能耗。蔬

菜、花卉和果树一般品种在保护地生产中,常因光照、温度不足而难以正常开花结果,为满足这方面要求,需要较多的能源。育成适应于保护地生产的品种可显著降低设施园艺的能耗。例如,一般的象牙红品种开花要求白天 28℃、夜间 25℃ 的温度条件,而新育成的温室品种在白天 14℃,夜间 12℃ 时就能正常开花。

#### 4. 延长产品的供应和利用时期

一、二年生作物选育不同成熟期的品种可以调节播种时期,利于安排适当的茬口,延长供应和利用期,解决市场均衡供应问题。如早熟而不易抽薹的春甘蓝和中熟而耐高温的秋甘蓝,对解决春、秋淡季的蔬菜供应有重要意义。菊花在原有盆栽秋菊的基础上育成了夏菊、夏秋菊和寒菊新品种,大幅度地延长了其观赏期及利用方式。提高品种耐贮运性,也是延长、扩大园艺产品供应时期和范围的重要途径。例如,苹果晚熟耐贮品种供应期可以和第二年早熟品种成熟期衔接。

#### 5. 适应集约化管理、节约劳力

园艺生产都是集约化生产,播种、育苗、整枝、包装、采收等工序都需要比较多的劳动力。适应集约化生产的良种,则可以大幅度地提高劳动生产率。例如,花坛用和盆栽用小花菊、万寿菊、一串红、熊耳草等要求分枝多、株型紧凑,用多次摘心的办法促进分枝则用工较多,选育出分枝性强的矮生品种后可免除摘心用工。美国伊利诺伊大学育成了“分枝菊”品种系列后,除了节减疏蕾、摘芽用工外,随着生育期的缩短可提高设施利用率,减少管理和包装用工,从而大幅度提高劳动生产率。苹果矮化砧和短枝型品种的育成,番茄矮生直立机械化作业品种的育成也能大幅度地节约整枝、采收等工序的用工量。

## § 1.4 园艺植物遗传育种的历史与发展

### 一、原始种植业诞生伊始的无意识选择

原始人类从山野采集野生植物的果实、嫩的茎叶和块茎等直接食用后,把种子、根茎等扔到住处周围,当看到种子、根茎等再长出植株时,将其移栽或种植到居住区内,人们就开始了野生植物的驯化及无意识和有意识的选择。这也为遗传理论的建立积累了素材。

### 二、18 世纪下半叶拉马克的用进废退学说和 19 世纪上半叶达尔文的进化论

拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829)提出了用进废退(use and disuse of organ)和获得性遗传(inheritance of required characters)等学说,为进化论及遗传变异的研究起到了很大的推动作用。19 世纪上半叶英国的产业革命促进了畜牧业、农业和园艺业的发展,加之在细胞学、胚胎学、分类学和解剖学等领域的研究成果,有力地促进了品种选育工作的发展。到 19 世纪中叶和末叶,瑞典、法国、德国、荷兰、丹麦等国相继出现了许多选种和良种繁育的专业种苗公司。在园艺植物遗传育种领域第一个具有划时代意义的人物无疑是达尔文(C. Darwin, 1809—1882),他通过大量的调查研究,于 1859 年发表巨著《物种起源》(*Origin of Species*),系统地总结了生物在自然选择和人工选择下的遗传变异和进化,论述了自然选择和人工选择原理,阐明了杂交和选择在育种中的重要作用,为品种选育奠定了理论基础,对园艺植物遗传育种事业起了巨大的推动作用。以魏斯曼(A. Weismann, 1834—1914)为代表的新达尔文主义,提出了种质连续论(theory of

continuity of germplasm),认为生物体由种质和体质两部分组成,体质是由种质产生的,种质是世代连绵不绝的。环境只影响体质,而不能影响种质,因此获得性状不能遗传。它在遗传育种领域也产生了广泛的影响。但新达尔文主义将生物体绝对地划分为种质和体质,在植物界一般是不存在的。

### 三、孟德尔遗传定律的提出及 20 世纪初遗传定律的重新发现

在园艺植物遗传育种领域第二个具划时代意义的人物是孟德尔(G. J. Mendel, 1822—1884)。他在前人杂交试验的基础上,于 1856—1864 年进行豌豆杂交试验,第一次运用统计方法进行遗传分析,并于 1866 年发表“植物杂交试验”论文,首次揭示了分离与独立分配两定律,并认为性状遗传受细胞内的遗传因子控制。这一理论当时未受足够重视,直到 1900 年,狄·弗里斯(H. de Vries)、柴马克(E. Tschermak)和柯伦斯(C. Correns)同时重新发现孟德尔遗传规律,并得到进一步证实和引起重视后,促进了遗传学研究的迅速发展。狄·弗里斯于 1901—1903 年发表了“突变学说”;贝特生(W. Bateson)于 1906 年首先提出了遗传学(genetics)作为一个学科的名称;1909 年约翰生(W. L. Johannsen, 1859—1927)发表了“纯系学说”,并提出“基因”一词。使品种选育工作逐步进入科学育种的新阶段,开创了诱变育种和多倍体育种的新途径。

### 四、连锁遗传定律的发现及基因理论的创立

1906 年贝特生等发现了香豌豆的性状连锁现象;1910 年摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)等以果蝇为材料同样发现了连锁遗传现象,并创立了基因理论,使遗传中的第三个遗传定律得以系统阐述。为园艺植物遗传育种的发展起到了很大作用。

### 五、诱变技术、杂种优势和抗病育种的创立

1927 年穆勒(H. J. Muller)和斯特德勒(L. J. Stadler)几乎同时采用 X 射线,分别诱发果蝇和玉米突变成功;1937 年布莱克斯里(A. F. Blakeslee)等利用秋水仙素诱导植物多倍体获得成功。20 世纪 30 年代后园艺植物杂种优势利用和抗病育种逐步开展,并陆续育成许多优良品种,并提出了杂种优势的遗传假说。20 世纪 60 年代,日本、美国、荷兰、保加利亚等国在番茄、茄子、甜椒、黄瓜、甜瓜、甘蓝、白菜、洋葱、胡萝卜等蔬菜上普遍应用一代杂种。并且相继培育出了一大批兼抗多种病害的蔬菜良种。

### 六、微生物遗传学和生化遗传学的发展

1941 年比德尔(G. W. Beadle)等人开始以红色面包霉为材料,着重研究基因的生理生化功能、分子结构及诱发突变等问题。推动了微生物遗传学与生化遗传学的发展。

### 七、20 世纪中叶 DNA 结构的发现及以后的高技术育种

20 世纪 50 年代前后,由于物理、化学学科理论的发展及先进技术和设备的应用,遗传物质研究取得了重大突破。1944 年阿委瑞(O. T. Avery)在格里菲思(F. Griffith, 1928)开展肺炎双球菌的转化试验的基础上,证实了 DNA 是遗传物质;1952 年赫尔歇(A. D. Hershey)和简斯(M. Chase)运用放射性元素作标记开展了 T2 噬菌体的试验,进一步证实了 DNA 是遗传物质。特别

是遗传学上第三个具划时代意义的人物——沃森(J. D. Watson)和克里克(F. H. C. Crick)通过 X 射线的衍射分析阐明了核酸的结构,使遗传学的研究由细胞水平发展到分子水平,60 年代又发现了遗传信息的转录和翻译。随着分子遗传学的发展,特别是在人工分离基因和合成基因取得初步成功的基础上,创建了分子育种。70 年代以来,单倍体育种、体细胞杂交、基因工程技术和分子标记技术等相继应用于园艺植物遗传育种。

## § 1.5 中国园艺植物遗传育种的概况

中国园艺植物遗传育种有着辉煌而悠久的历史。我们的祖先在长期改造自然的斗争中把众多的野生植物驯化成栽培类型,培育创造了丰富多彩的果树、蔬菜、观赏植物品种,为全世界所瞩目:中国是世界农业及栽培植物起源最早、栽培植物数量极大的独立起源中心;古文献中记载了有关选择育种的宝贵经验,如汉代(公元前 1 世纪)《汜胜之书》中已有关于注意选留种株、种果和单打、单存等选种、留种方法的记载。北魏贾思勰的《齐民要术》(532)中已有论述种子混杂的害处,主张穗选,设置专门的留种地和选优、汰劣等措施,以及对无性繁殖的园艺植物采用有性和无性繁殖结合的方法进行实生选种等记载。《洛阳牡丹记》(1031)、《菊谱》(1104)和《荔枝谱》(1059)等专著中记述了无性繁殖的花卉、果树植物的芽变选种和选育重瓣、并蒂和菊花、牡丹、芍药等花卉品种的经验。这些对整个世界的园艺植物遗传育种事业做出了巨大的贡献,并拥有“园林之母”的美誉。然而在 19 世纪以后,世界进入遗传育种事业迅速发展的时代,中国正处于腐朽的封建统治和帝国主义的双重压迫之下,民不聊生,遗传育种工作长期处于停滞状态。直到 20 世纪 20 年代之后,随着留学欧美的一批学者(陈桢、李汝祺、赵连芳、谈家桢、陈子英、李先闻、冯泽芳、杨允奎等)相继回国,我国的遗传育种才得以形成与发展。1949 年后,我国的遗传育种事业得到极大发展,特别是 1956 年 8 月 10 日召开的青岛遗传学座谈会,1959 和 1961 年相继在北京和上海成立的中国科学院遗传研究所、复旦大学遗传学研究所。1978 年 10 月 7 日在南京召开的中国遗传学会成立大会,对我国遗传育种事业的发展起到了转折性的作用。我国的园艺植物遗传育种事业也不断向前迈进。

### 一、全国性的资源调查和地方品种整理,建立了种质资源工作体系

1956 年的全国科学规划将作物资源调查、整理和利用列为重点课题后,各地陆续开展了园艺植物资源调查工作,在普查中发现和整理的果树和蔬菜品种均以万计。据 2001 年统计资料,中国国家种质库拥有的资源总份数已达到 37 万份,规模居世界第二(仅次于美国,55 万份)。2003 年该库长期保存的种质数量处于世界第一。按植物分类学统计,国家种质库保存资源种类隶属 35 科 192 属 725 种。80% 库存资源是从国内收集的,其中国地地方品种资源占 60%,稀有、珍稀和野生近缘植物约占 10%。

观赏植物种质资源工作相对滞后。从 1929 年南京植物园建园开始,各地建立了以不同观赏植物为主的较大规模植物园 10 多个,为种质资源收集和保存起到了极大的作用。1980 年中国园艺花卉学会在成都召开花卉种质资源讨论会,随后我国 19 个省(自治区和直辖市)开展了观赏植物种质资源的初步调查,了解了主要观赏植物的分布区,发现了很多新种和大面积的野生花卉。由广州华南植物园、昆明园林研究所等单位协作调查,搜集我国木兰科植物 11 属 90 种 200

多份资源,先后在浙江富阳和建德建立了木兰资源圃,后又在华南和昆明植物园相继建圃。中国梅花研究中心在武汉东湖磨山植物园建立的梅花资源圃,收集保存了梅花品种 200 多个。山东菏泽、河南洛阳建立的牡丹资源圃,搜集保存牡丹、芍药资源 500 多份,1986 年广西南宁建立了两座金花茶资源圃,拥有金花茶类 20 多个和变种以及成千的杂种株系,南京和北京建有保存近 3 000 个品种的菊花资源圃等,1995 年在贵阳市建立了蕨类种质资源圃。

2003 年 6 月 26 日农业部第 17 次常务会议审议通过了《农作物种质资源管理办法》,并从 2003 年 10 月 1 日起施行,该办法的施行进一步推动了我国园艺植物种质工作的进程。

## 二、广泛进行了园艺植物的引种

新中国成立以来,广泛进行了国内不同地区间相互引种和国外引种工作,大大丰富了各地园艺植物的种类和品种,扩大了良种的栽培面积。四川榨菜通过引种不仅在长江流域江、浙各省,而且南自广东、广西、北至山西、辽宁等省均进行了引种栽培。南方的莴笋、白菜、丝瓜、苦瓜等都在北方试种成功,北方的大白菜、黄瓜良种也在南方广泛栽培。西藏自治区从 20 世纪 50 年代开始陆续从内地引种苹果、梨、桃、葡萄、西瓜、甜瓜、番茄、茄子、菜豆、白菜、马铃薯、月季、牡丹、芍药、大丽花、百合、唐菖蒲等良种,都已进行大面积商品性生产,结束了长期以来缺果、无花和少菜的问题。近年来,从国外引种的园艺植物种类,如果树中的芒果、红毛丹、面包果、倒捻子、星苹果、腰果;蔬菜中的西芹、球茎茴香、石刁柏、锦葵菜、四棱豆、苜蓿、独行菜、黄秋葵等;观赏植物中从日本引进的日本五针松、樱花、红槭,从北美引入的香柏、铅笔柏、墨西哥柏、池杉、加勒比松、湿地松、火炬松、晚松、油棕等都取得显著成效。许多国外优良品种经引种试验有望成为我国园艺生产中的主栽品种,如苹果品种红富士、新乔纳金,葡萄鲜食品种巨峰、乍娜、布朗无核、红瑞宝、晚红等,番茄品种强力米寿、弗罗苗德等。

## 三、新品种选育和杂种优势利用研究成效显著

新中国成立以来,通过各种育种途径选育的园艺植物新品种数以千计,主要果树、蔬菜作物品种已更换过 2~4 次,比较充分地发挥了良种在园艺生产中的作用。国家科委(科技部)和地方政府在“六五”至“十五”期间,集中对大白菜、白菜、甘蓝、番茄、黄瓜、辣椒等作物的新品种选育和育种技术进行了联合攻关,育成优良的抗病、丰产、优质新品种逾百个,在农业产业结构调整和蔬菜生产上发挥了很大的作用,取得了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。苹果、梨、桃、柑橘、葡萄等主要果树,育成了许多品种,在果树生产上发挥了重要作用。在菊花、梅花、荷花等观赏植物育种方面,也取得了举世瞩目的成果。尤其是梅花的优质和抗寒育种,国庆节前后开花早菊选育,抗逆性和适应性更强的月季品种选育等。

## 四、育种理论和育种方法的研究也取得了较大的成效

近 50 多年来,对园艺植物主要经济性状的遗传规律、多倍体的诱发、辐射诱变、克服远缘杂交障碍等方面开展了许多研究。我国较早地通过花药培养获得了苹果、柑橘、葡萄、白菜、茄子、番茄、辣椒等园艺植物的单倍体,有的获得了后代,苹果、柑橘、葡萄、桃、马铃薯、大蒜的分生组织培养和脱毒,苹果、葡萄、草莓、甘蓝、花椰菜、芥菜、石刁柏、百合、水仙等的离体快繁均获得成功。20 世纪 70 年代后期以来,我国在同工酶、分子标记技术应用于研究园艺植物的分类、演化、遗传

及品种、杂种亲缘及纯度鉴定方面取得了可喜的进展。通过转基因技术,获得的各种转基因园艺植物,包括苹果、柑橘、葡萄、胡桃、猕猴桃、草莓、番木瓜、番茄、茄子、辣椒、甜椒、马铃薯、甘蓝、白菜、黄瓜、石刁柏、花芋、杨树等,有些已进入大田试验。

## § 1.6 园艺植物育种目标的确定

### 一、主要目标

#### (一) 产量

园艺植物育种的最终目标是获得优良品种(系)。优良品种(系)必须具有高产稳产的潜力,所以产量上达到高产稳产是园艺植物育种的基本目标。一般所指的产量就是单位面积上收获的产品重量。产量的提高直接决定于构成产量因素的协调增长。产量可分为生物产量和经济产量。前者指一定时间内、单位面积内全部光合产物的总量,后者指其中作为商品利用部分的收获量,两者比值称为经济系数(coefficient of economics),又称收获指数(harvest index)。用于园林装饰的观赏植物,部分绿叶蔬菜,整个植株乃至群体为利用对象,经济系数可达到100%,而以生产水果、大多数蔬菜、切花等园艺产品的作物则经济系数较低,且种类、品种间变异较大。经济系数在一定情况下可作为高产育种的选择指标。进一步提高产量则需要兼顾经济系数与生物学产量的协调增长。

对于不同的园艺植物根据其产品收获目标的不同,具体的产量指标要求也不同。产品为果实蔬菜、果树,应具有较高的单位面积果实产量潜力(yield potential)、根菜类的肉质根产量潜力、叶菜类的叶片产量潜力、鲜切花花枝的产量潜力等。园艺植物根据采收期不同,其产量又分成早、中和后期产量,而早期产品价格一般要高于中、后期,因此其早期产量有时比总产量的指标更显重要。此外,果树的产量高低还与总枝数、结果枝百分比、平均果穗重等产量构成因素有关,因此在开展其育种时,应对这些指标加以考虑。对于多年生的果树和花木的产量而言,还要注意初花、初果年龄,早年丰产性及开花结果的大小年等问题。

农业生产对品种产量潜力的要求不仅在小面积增产上,更重要的是在大面积推广中的普遍增产。对杂种品种产量潜力的要求较纯系品种更高,必须足以保证为产生杂交种子所增加的成本,而能获得一定的经济效益。生产上不但要求所推广品种具有高产潜力,而且要求在其大面积推广过程中能够保持连续而均衡地增产。影响稳产性的主要因素是病虫害和不利的氣候和土壤因素环境胁迫,对这些因素可以采取各种措施加以防治,但是最经济而有效的途径则是采用对这些因素具有抗耐性的品种。因此,推广兼具高产性和抗耐性的品种可以取得大面积持续增产。

#### (二) 品质

欧洲品质控制组织(EOQE,1976)给品质定义为“产品能满足一定需要特征特性的总和”即产品客观属性符合人们主观需要的程度。它直接影响消费者对园艺产品的喜好和需求,是园艺植物育种的重要目标。园艺产品的品质按产品用途和利用方式大致可分为感观品质、营养品质、加工品质和贮运品质等。

感官品质常包含植株或产品器官的大小、形状、色泽等由视觉、触觉所感受的外质和风味、香气、肉质等由味觉、嗅觉、口感等感知的内质。园艺植物中果品、蔬菜常以内质为主或外质与内质

并重。花卉常以外质为主,表现为花型、花色、叶形、叶色、株型、芳香等各方面。经过加工、贮运后利用的园艺产品还要鉴定加工、贮运前后(含加工成品)的感官品质。感官品质的评价受到人们传统习惯的影响,有较多的主观成分。而且随着利用方式和消费习惯的改变,人们对感官品质的评价也会发生变化。

营养品质常指主要包括维生素、矿质元素、有机酸、纤维素、蛋白质和有害成分的组成和含量。随着人们生活水平的提高和营养保健科学技术的发展以及测试手段的改进,通过育种改进园艺植物的营养品质,已受到越来越多的重视。蔬菜的营养品质育种主要包括维生素、矿质元素、有机酸、纤维素、蛋白质或氨基酸含量;果树的营养品质育种则重在水果的糖分、干果的淀粉和特殊化学成分(如银杏的冠心酮)含量等方面;而观赏植物除了兼用型品种外,是不考虑营养品质的。育种学家注意到果蔬产品中某些有害成分在品种间的显著差异,并致力于在育种中降低乃至消除这些成分。如甘蓝中至少含10种以上的硫代葡萄糖苷,当它们被硫代葡萄糖苷酶水解后会形成异硫氰酸盐和有机腈等味苦而有毒的成分,有诱发甲状腺肿大和损害肝功能的作用,而甘蓝品种间异硫氰酸盐含量差异达数十倍,表明改进潜力很大。其他有害物质如黄瓜、甜瓜中形成苦味的葫芦素,菠菜叶片中草酸和硝酸盐的成分等也是如此。

加工品质是指产品适合于加工的有关特性,如番茄的茄红素、果色的均匀度等,这一品质对加工类型特别重要。

随着经济发展和人民生活水平提高,品质已逐渐上升为比产量更为重要、突出的目标性状。优质性状与高产性状之间,往往存在矛盾,两者得到协调改进的品种则更符合生产的要求。

### (三) 成熟期

成熟期的早晚对许多园艺植物都是重要的目标性状。绝大多数园艺产品都是以鲜活产品供应销售的,不像粮食那样易于贮运。除了不同区域和保护地生产外,生产上需要选育早、中、晚熟配套品种(系)进行生产,才能在一定程度上满足周年供应市场的需要。早熟性不仅有利于减免园艺植物生长后期可能遭受的灾害,也有利于提高复种指数,提高前期产量,增加经济收益。但早熟品种(系)往往因生育期(或果实发育期)较短而产量不高、品质较差而影响经济效益。这就要求在育种过程中将早熟性、丰产性和品质结合起来,并按早熟品种(系)的特点实施合理密植等优化栽培措施,而达到总体经济效益的提高。晚熟性不仅有利于保障产品供应季节后期货源,往往也有利于为延长保鲜期和提供耐贮运的品种(系)。观赏植物的成熟期主要是花期的早、晚和延续时间,如菊花花期方面的目标性状是:在原有10月底到12月中旬开花的秋菊的基础上,选育从10月初到10月下旬开花的早菊,12月中旬以后开花的寒菊,6月至10月两次开花的夏菊。梅花除要求比自然花期更早或特晚的品种外,更要求每年两次或多次开花的新品种。草坪植物则要求能保持绿色时间最长的品种类型等。

### (四) 适应性和抗性

园艺植物分布广,栽培环境多样,许多种类为周年生产,因而园艺植物品种的适应性比其他作物有更多的要求。园艺植物要求适应不同的环境胁迫,环境胁迫大体上可分为温度胁迫、水分胁迫、土壤矿物质胁迫、大气污染胁迫等。温度方面有高温胁迫和低温胁迫,低温胁迫又可分为冻害( $\leq 0^{\circ}\text{C}$ )和冷害( $> 0^{\circ}\text{C}$ )。水分方面有干旱胁迫和湿渍胁迫。干旱又有大气干旱和土壤干旱之别。矿物质方面有盐碱土和酸性土胁迫,有由于矿质营养元素不足造成的饥饿胁迫,还有由于土壤中某些矿质元素过多构成的毒害胁迫等。园艺植物相应就有对环境胁迫的适应性(抗逆



性),如耐低温、耐弱光、耐热、耐旱、耐涝等性状。作为目标性状的抗逆性常常不是单纯地追求抗逆程度,而是和产量、品质等其他因素相结合,要求在某种逆境条件下保持相对稳定的产量和产品品质。因此要求选育出抗逆性(抗寒、耐热、耐旱、耐涝、耐盐碱等)强、适合机械化采收、耐贮运、适宜加工的品种而且要求适应发展中的生产条件和栽培水平,选育出适合保护地生产的品种。保护地使生态因子发生了一系列变化,如光照减弱、高温高湿、CO<sub>2</sub> 供应不足、土壤盐类聚集和酸化等,产品采收提早或延后,植株易疯长,要求品种有耐肥、耐密植的特点,对抗逆性和抗病性提出了更高的要求,培育适合保护地栽培的品种也是现代园艺植物育种的目标之一。此外,随着全球经济发展带来的对环境压力的加大及可耕作土地被不断占用,可耕作土地面积日趋减少,抗逆性园艺植物新品种(系)的育种意义更为深远。

对于园艺植物来说,人们可以创造利于其生长发育的环境,如应用温室等保护地设施、改良土壤等,但是当今世界人口不断增长、淡水资源紧缺、耕地面积减少、土地肥力下降及受到荒漠化的威胁,要满足人类对于园艺产品的需求,必须加强培育抗逆性强的高产、稳产品种。即使是在保护地设施里,原来露地生产的品种常难以适应保护地生态条件,如弱光照和高温、多湿环境,依然有抗逆性的问题。如黄瓜保护地专用品种要求具备以下性状:在深秋和冬季低温、弱光下能形成较高的产量;在后期出现 32℃ 以上的高温下能保持较高的净同化率;对保护地易发病如枯萎、霜霉、白粉、黑星、角斑、疫病等有较强的抗耐性;株型紧凑,叶较小,叶量不过大,分枝较少,主侧蔓结瓜,节成性强。

观赏植物常需要某些特殊的对环境胁迫的适应性,如地被、草坪植物要求耐阴、耐旱、耐灰尘污染、耐践踏,行道树还要求耐修剪,易从不定芽、隐芽发出新枝等特性。

此外,病、虫、草害对园艺植物的产量和品质都有严重的影响,为减轻使用化学药剂引起的环境污染及残毒危害,抗病虫和抗除草剂育种已是不可缺少的重要目标。同一种园艺植物有多种病虫害,为了保持产量的稳定性,需要兼抗或多抗品种(系)。在有的病菌或害虫中又有不同的小种或生物型,为了避免品种抗性的丧失,还特别需要采用具有持久抗性(水平抗病性)的品种(系)。在园艺植物的生产中为防治病虫害而大量使用化学药剂,不仅大幅度地提高生产成本,而且带来残毒危害和环境污染等严重问题。因此,通过遗传改良,增强园艺植物品种对多种病虫害和除草剂的耐、抗性就成为园艺植物育种中的重要目标。病虫害种类很多,抗性育种只能抓住主要矛盾,在危害普遍、严重,而在种内、种间抗耐性差异显著的种类中进行。鉴于多数病原都存在生理分化,所以抗病育种还应针对本地区的主要生理小种或病毒株系,选育多抗型品种。抗性育种中要求新品种对病虫害有绝对的抗性常常是不切实际的,从经济学和生态学的观点来看,作物或品种对病虫害的抗性,一般只要求在病菌流行或害虫发生时,能把病原菌的数量和虫口密度压低到经济允许的阈值以下,即要求品种对病虫害有相对的抗性,而不要求绝对的抗性;当病虫害发生时,对产量和品质的影响不很大,有一定的耐病性或耐虫性,就基本达到要求了。

#### (五) 对机械化生产的适宜性

园艺植物要适应机械化生产,必须对一些性状进行改良,以适宜于机械化耕作和收获。这些性状包括株型紧凑、秆壮不倒、生长整齐、成熟一致、大小均匀、长短一致、果皮韧性强、结实部位适中等。