

高等农业院校合编教材

园艺植物育种及 良种繁育学

主编 马光恕 廉华

哈尔滨地图出版社

高等农业院校合编教材

园艺植物育种及 良种繁育学

YUANYI ZHIWU YUZHONG JI LIANGZHONG FANYUXUE

主 编 马光恕 廉 华

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

园艺植物育种及良种繁育学/马光恕,廉华主编.
哈尔滨:哈尔滨地图出版社,2006.12
ISBN 7-80717-503-6

I. 园... II. ①马... ②廉... III. ①园艺作物—作
物育种②园艺作物—良种繁育 IV. S603.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 162011 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址:哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮政编码:150086)

哈尔滨海天印刷设计有限公司印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:21.125 字数:514千字

2006年12月第1版 2006年12月第1次印刷

印数:1~2000 定价:35.00元

前 言

随着社会的进步和科学技术的发展,以及教学改革的不深入,特别是新世纪的学科综合与渗透及教学时数的压缩,原来作为园艺专业主干课程的《园艺植物育种学》和《园艺植物育种学各论》合并为《园艺植物育种及良种繁育学》,对原教材在结构和内容上都必须进行进一步的调整与更新,以保证新时期教学计划的顺利完成。因此,我们集各兄弟院校园艺专业教师之力量,联合编写了这本教材。

在《园艺植物育种及良种繁育学》编写过程中,既重视理论知识的介绍与讲授,又注重与育种生产实践的接口,既为园艺专业本科提供先进而简明的教本,也为园艺学有关专业技术人员提供有益而实用的参考书。

本教材分为两编,将整个内容分为“园艺植物育种学总论”和“园艺植物良种繁育”两大部分。第一编分为十一章,第二编分为三个部分(即蔬菜良种繁育,分为八章;果树良种繁育,分为四章;观赏植物繁育,分为五章)。其中绪论、总论第四章、第六章、第七章由马光恕编著;总论第五章、第八章、蔬菜良种繁育第一章至第八章由廉华编著;果树良种繁育第二章、第三章由牛建新编著;果树良种繁育第一章、第四章由秦国新编著;观赏植物繁育第一章至第五章由王茹华编著;总论第一章、第二章由王彦宏编著;总论第三章、第九章由高玉刚编著;总论第十章、第十一章由杨洪一编著。

教材修订期间,先后收到不少兄弟院校同仁的修订建议;参撰人员也多次研讨并数易其稿;书稿成形后,承蒙东北农业大学秦智伟教授审阅,并逐章提出建设性意见,这些都为本教材的完善和提高起到了至关重要的作用。在此,特表示由衷的感谢和敬意。

由于时间和水平所限,书中错误在所难免,敬请读者指正,为本书进一步提高提供帮助。

编 者
2006 年 12 月

《园艺植物育种及良种繁育学》 编委会

主 编 马光恕 廉 华
副主编 牛建新 王茹华 秦国新
王彦宏 高玉刚 杨洪一
主 审 秦智伟

参编单位及人员：

黑龙江八一农垦大学 马光恕 廉 华 王茹华
王彦宏 高玉刚

新疆石河子大学 牛建新

东北林业大学 杨洪一

山西农业大学 秦国新

目 录

第一篇 园艺植物育种学总论

绪 论	(3)
第一章 育种对象和目标	(13)
第一节 育种对象	(13)
第二节 园艺植物育种的主要目标性状	(14)
第三节 制订育种目标的主要根据和原则	(17)
第二章 种质资源	(23)
第一节 种质资源工作的重要性和迫切性	(23)
第二节 种质资源的考察征集	(26)
第三节 种质资源的保存	(29)
第四节 种质资源的创新和利用	(34)
第三章 引 种	(36)
第一节 引种的概念及意义	(36)
第二节 引种的原理	(37)
第三节 引种的方法	(43)
第四章 选择育种	(47)
第一节 选择与选择育种	(47)
第二节 有性繁殖植物的选择育种	(49)
第三节 无性繁殖植物的选择育种	(56)
第五章 常规杂交育种	(65)
第一节 常规杂交育种的概念和意义	(65)
第二节 常规杂交育种的杂交方式	(65)
第三节 杂交亲本的选择与选配	(67)
第四节 杂交技术	(69)
第五节 杂种后代的处理	(72)
第六章 优势杂交育种	(78)
第一节 杂种优势的概念和应用概况	(78)
第二节 选育杂交种品种的一般程序	(81)
第三节 杂种种子的生产	(87)
第四节 雄性不育系的选育和利用	(89)
第五节 自交不亲和系的选育和利用	(98)
第七章 营养系杂交育种	(103)
第一节 营养系品种的性状遗传特点	(103)

第二节 亲本选配及杂交技术的特点	(105)
第三节 童期、童性和杂种培育选择特点	(111)
第八章 远缘杂交及其在园艺植物育种中的应用	(120)
第一节 远缘杂交的意义与特点	(120)
第二节 远缘杂交的障碍与克服途径	(122)
第三节 远缘杂种的分离和选择	(126)
第四节 远缘杂交在园艺植物育种中的应用	(128)
第九章 倍性育种	(129)
第一节 多倍体的来源及意义	(129)
第二节 多倍体诱变	(133)
第三节 多倍体的选择、鉴定与利用	(135)
第四节 单倍体及其在育种中的应用	(137)
第十章 诱变育种	(141)
第一节 诱变育种的特点和类别	(141)
第二节 辐射诱变	(143)
第三节 化学诱变	(148)
第十一章 生物技术在园艺植物育种中的应用	(152)
第一节 组织与器官培养	(152)
第二节 花药与花粉培养	(154)
第三节 原生质体培养与体细胞杂交	(156)
第四节 植物细胞突变体的离体筛选	(157)
第五节 基因工程与育种	(159)
第六节 分子标记与育种	(162)

第二篇 园艺植物良种繁育

蔬菜良种繁育

第一章 大白菜	(169)
第一节 种质资源	(169)
第二节 主要育种途径与选择技术	(171)
第三节 种子生产	(172)
第二章 甘 蓝	(175)
第一节 种质资源	(175)
第二节 主要育种途径与选择技术	(177)
第三节 种子生产	(182)
第三章 番 茄	(184)
第一节 种质资源	(184)
第二节 主要育种途径与选择技术	(186)

第三节	种子生产.....	(188)
第四章	辣 椒.....	(190)
第一节	种质资源.....	(190)
第二节	主要育种途径与选择技术.....	(192)
第三节	种子生产.....	(193)
第五章	黄 瓜.....	(196)
第一节	种质资源.....	(196)
第二节	主要育种途径与选择技术.....	(197)
第三节	种子生产.....	(200)
第六章	萝 卜.....	(202)
第一节	种质资源.....	(202)
第二节	主要育种途径与选择技术.....	(203)
第三节	种子生产.....	(207)
第七章	大 葱.....	(210)
第一节	种质资源.....	(210)
第二节	主要育种途径与选择技术.....	(212)
第三节	种子生产.....	(213)
第八章	葱 菜.....	(214)
第一节	种质资源.....	(214)
第二节	主要育种途径与选择技术.....	(215)
第三节	种子生产.....	(221)

果树良种繁育

第一章	苹果育种及良种繁育.....	(223)
第一节	育种目标.....	(223)
第二节	苹果的种质资源.....	(224)
第三节	主要性状的遗传.....	(233)
第四节	苹果育种.....	(239)
第五节	苗木培育.....	(248)
第二章	梨育种及良种繁育.....	(252)
第一节	梨的种质资源.....	(252)
第二节	主要性状的遗传.....	(258)
第三节	梨育种.....	(262)
第四节	苗木培育.....	(265)
第三章	葡萄育种及良种繁育.....	(267)
第一节	葡萄的种质资源.....	(267)
第二节	主要性状的遗传.....	(271)
第三节	葡萄育种.....	(275)
第四节	苗木培育.....	(280)

第四章 桃育种及良种繁育.....	(282)
第一节 桃的分类.....	(282)
第二节 主要性状的遗传.....	(283)
第三节 桃育种.....	(288)
第四节 苗木培育.....	(292)

观赏植物繁育

第一章 针叶观赏树木的繁育.....	(294)
第二章 阔叶观赏乔木的繁育.....	(298)
第三章 观赏灌木和藤本植物的繁育.....	(305)
第四章 一、二年生草本花卉的繁育	(314)
第五章 球宿根花卉、草坪植物和仙人掌类的繁育	(318)
参考文献.....	(327)

第一篇

园艺植物育种学总论

绪 论

发展园艺生产是保证人民身心健康的重要事业。果品和蔬菜为人类提供大量维生素、粗纤维、矿物质及其它保健成分,是人们食物结构中不可替代的内容。花卉等观赏植物改善人们的生态环境,净化空气,陶冶情操,满足人们对精神文明多层次的需要。随着生产的发展,人民生活水平的提高,旅游事业的发展,人民要求愈来愈多的优质果品、蔬菜、花卉以及由花、木、草坪等组成的园林植物群落来改善人民的生存环境,作为人们休息、娱乐和欣赏大自然的场所。

“七五”以来中国园艺事业得到了迅速发展。据统计部门资料,2004年全国果园面积976.86万公顷,总产量已超过6000万吨。从1993年起水果产量已超过印度、巴西和美国,跃居世界第一位。另据农业部统计,2005年全国蔬菜播种面积1.77亿公顷,总产量达5.65亿吨,中国蔬菜播种面积及产量均居世界第一。2004年,全国花卉种植面积已达8.6万公顷,年总产值达到96亿元,超过美国,居于世界第一。保护地园艺生产的发展更为迅猛,仅辽宁省用于蔬菜、果树和花卉生产的保护地设施面积就达到13.9万公顷。近年来园艺生产迅速发展的主要原因在于它的效益高于一般大田作物,特别是改变了持续30多年统购包销的传统计划经济体制以后,国家对园艺产品实行多渠道经营,价格随行就市,农民得到经济实惠。新的政策极大地调动了农民发展园艺生产的积极性。但是应该看到,这个发展速度主要是依靠扩大栽培面积的外延式发展实现的。如蔬菜10年来播种面积扩大1倍,单位面积产量仅增加2.9%。中国花卉种植面积约当荷兰的8倍,但在世界花卉贸易总额69.5亿美元中所占的份额约为0.6%,约当荷兰所占份额(49.9%)的1.2%。这种粗放经营的外延式增长,产品在市场上缺乏竞争力,随之而来的可能是产品积压,销售困难。因此,为了使园艺生产持续发展,必须走集约化、市场化、内涵式发展的道路。就是按市场的需要组织生产,在一定的面积上增加科技、生产资料、资金和劳力的投入,靠提高单位面积产量,提高产品质量和市场竞争能力来增加经济效益。

中共中央在“九五”计划和2010年远景目标中提出“在未来15年国民经济和社会发展中必须高度重视和下大力气解决关系全局的重大问题。主要是农业基础薄弱,不适应人口增加、生活提高和经济发展对农产品日益增长的需要……国民经济整体素质低,产业结构不合理,经营粗放,浪费严重,效益不高”;“关键是实行两个具有全局意义的根本性转变,一是经济体制从传统的计划经济体制向社会主义市场经济体制转变,二是经济增长方式从粗放型向集约型转变,促进国民经济持续、快速、健康发展和社会全面进步。”

发展园艺生产提高经济效益,在技术上一般通过两个密切相关的途径:一是改进园艺植物的遗传特性,使选育的新品种更符合农业技术进步的要求,有更强的适应性,能产生更大的经济效益,在国内外市场上有更强的竞争力等;二是改善栽培环境加改良土壤、加强肥培管理、设施栽培等使品种遗传潜力得到更充分的发挥。前者解决内因,是园艺植物育种学的研究领域,后者对园艺植物来说是外因,包括土壤、肥料、病虫害防治等在内的广义栽培学研究的领域。如果缺少优良品种,即使有很好的栽培技术也难以获得良好的效益;反过来,即使

有优良品种,如果不能在适宜的地区,采取良好的栽培技术,同样也无法发挥良种的作用。O. H. Frankel(1981)把育种定义为人们改进植物“对周围环境中物理、生物、技术、经济和社会因素的遗传调节”。这是一个全面而富于哲理的概括。

一、园艺植物的进化

(一)进化的基本要素 生物的多样性是人类赖以生存和发展的基础。园艺植物的多样性包括自然界现存的数以万计的物种和人类用于栽培的数量更多的形形色色的品种类型都是进化的产物,而且又都处于进化的过程中。现有植物都是从比较原始的植物自然进化而来;而各种果树、蔬菜、花卉植物丰富多彩的栽培类型都是从相应的野果、野菜、野花、野生草木通过人工进化而产生的。这种演变过程统称为进化。无论是自然进化,还是人工进化,都取决于几个共同的基本因素。达尔文曾经把这些因素归结为变异、遗传和选择三个要素。后人也有归纳为遗传的变异和选择两个要素的。遗传的变异是进化的原料,如果没有变异发生或者变异不能遗传给后代,则自然或人工选择都不能发挥作用。选择决定了哪些变异得到保存并更多地繁衍后代。如果没有漫长岁月的集聚选择,就不可能产生现在如此多样、复杂的适应类型。

现代达尔文主义丰富了进化论的内容,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。按照现代达尔文主义的观点,进化的基本要素是突变、基因重组、隔离和选择。进化论的基本观点是指导人工进化,即植物育种的重要原理。

在自然进化的过程中大多数种类和个体在激烈的生存竞争中由于适应性不够而遭到无情的淘汰。在人工进化过程中同样存在激烈的生存竞争,绝大多数变异也都遭到淘汰,有幸保存下来和繁衍后代的往往只有千分之几或万分之几。布尔班克(L. Burbank, 1921)写道:“我曾经试验过的雏菊实生苗约有 50 万棵,试验过的各种李的实生苗约有 750 万株……一次,我在一个火堆中烧去了 65 000 株杂种黑莓,大概保留了六七个个别的植株,以便作进一步的试验。”已经育成的品种,在激烈的市场竞争中,有些过不了几年,又被新的、更有竞争力的品种所替代。优胜劣汰是自然进化和人工进化的共同法则。

(二)自然进化和人工进化 自然进化和人工进化的区别首先在于选择的主体和进化方向。自然进化过程中选择的主体是人以外的生物和非生物的自然条件,选择保存和积累对生物种群的生存和繁衍有利的变异;人工进化选择的主体是人,选择保存和积累对人类有利的变异,促使野生类型向栽培类型转化。和野生的原始类型比较,栽培类型在一系列性状的遗传特性上已经和正在发生深刻的变化,如利用器官的大型化,色泽、形状的多样化,食味、香气及外观品质的改进,刺毛等防御结构的退化或消失;人工繁殖取代自然传种后天然传种机制退化,改变了果实、种子随熟随落及发芽不整齐的习性;由异花授粉向自由授粉和自花授粉习性的转变;幼年期缩短,由多年生向一二年生的方向转变;株型由高大向矮型方向的转变等等。这些在人工选择下发生的变异在野生状态下对生物本身常常是不利的。但是也应该看到某些性状自然选择和人工选择有一致性方面。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的提高等,不仅是自然选择的方向,同样也是人工选择的基本要求。

在进化原料方面自然进化完全依赖自然发生的突变和基因重组,而人工进化除了利用上述变异外还人为地通过各种诱变手段,提高突变频率和按人类需要促成各种在自然界很难,甚至不可能发生的基因重组,乃至通过生物技术导入一些外源基因,丰富进化的原料。在隔离方面,人工进化可以超越由空间距离和山岳、海洋、湖泊和沙漠等形成的隔离条件,创造各种人为的隔离环境,以促进新类型的形成。在选择的目的性、计划性等方面自然进化没有目的、计划可循,而人工进化由初期的无目的、无计划的无意识选择,发展到有目的、有计划的选择。随着科学技术的进步,选择方法不断改进,人工进化可以在短短几年,十几年中创造若干个新的生物类型、新品种,而自然进化中创造一个新的变种、种平均需要经历几万年或几十万年的历史过程。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人工进化中为了满足人们对产品的多层次、多样化的要求而创造极其丰富的类型。

二、园艺植物的繁殖习性

(一)无性繁殖 很多园艺植物在生产中采用无性繁殖法,包括利用它们本身形成的营养繁殖体如鳞茎、匍匐茎、块根等。这是一些营养贮存集中,具备繁殖功能的特化了的营养器官(表1);也还包括利用它们的根、茎、叶等一般营养器官进行人为的扦插、压条、嫁接乃至通过组织培养的办法进行微体繁殖,如绝大多数果树和花木(苹果、桃、葡萄、柑橘、茶花、菊花、牡丹等)以及观赏树木中的一些营养系品种(金线柏、鹿角桧、箭杆杨、龙须柳、垂槐、圆冠榆等)。尽管繁殖材料多种多样,但是它们共同的特点是在繁殖过程中都不经过基因重组,使遗传上杂合程度很大的营养系品种不发生分离,遗传的变异几乎完全来自体细胞突变。在长期无性繁殖的影响下,常常造成它们有性繁殖器官发生不同程度的退化,有些种类甚至完全丧失了有性繁殖能力。这些都是决定育种策略和方法时必须考虑的。

表1 园艺植物用于繁殖的各种特化营养器官

营养繁殖器	官植物种类
块茎	马铃薯、菊芋、马蹄莲、大岩桐、花叶芋、球根秋海棠
球茎	荸荠、慈姑、青芋、魔芋、唐菖蒲、香雪兰、仙客来、酢浆草
鳞茎	蒜、藏红花、百合、水仙、郁金香、风信子、孤挺花
根茎	莲藕、姜、睡莲、竹、球茎鸢尾、美人蕉、竹节草、铃兰
匍匐茎	草莓、虎耳草、吊兰、野牛草、狗牙根、地毯草
分蘖	香蕉、金针菜、凤果、兰花、萱草、玉簪
块根	香薯、大丽花、山药、花毛茛
根蘖	枣、石槿、越橘、树莓、平榛、玫瑰、珍珠梅、香椿
株芽	落地生根、碎米荠、鳞茎百合、卷丹、山药
吸芽	芦荟、景天、拟石莲花、龙舌兰

(二)有性繁殖 有性繁殖植物常根据授粉习性分为自花授粉植物和异花授粉植物。介于两者之间即能产生不同比率的自花授粉和异花授粉种子的可进一步划分。

1. 自花授粉植物和常自花授粉植物 雌蕊接受同一花朵的花粉叫做自花授粉。在

自然情况下,以自花授粉为主的植物叫做自花授粉植物(self-pollinated plants),又叫自交植物。它必然是兼有雌蕊和雄蕊的完全花;而且雌雄蕊基本上同时成熟;不存在自交不亲和等特点;在花器结构上具有某些特点使自花授粉在整个传粉过程占主导地位。大体上可分为花冠隔离型和粉药包围型。前者有些是整个花冠形成一个隔离空间,使外部花粉不能接触花柱,如小麦、燕麦、狐茅、冰草等;有些是部分花冠如豌豆、香豌豆、豇豆等豆类植物由两片龙骨瓣合生形成一个隔离空间,不仅使外部花粉难以进入,而且可以使花粉受到保护不易受昆虫吞食和雨水淋湿。后者花柱受到裂药雄蕊群的包围,如番茄等由若干枚雄蕊合生的花药筒紧紧地围裹在中间,在授粉受精前难以接触外来花粉。莴苣开花时花柱的伸长必须通过由雄蕊群组成的,布满花粉的管状通道,从而粘满自花花粉,完成自花授粉过程。

常自花授粉植物(often self-pollinated plants),又称常自交植物,指那些有自花授粉习性,但花器结构不太严密,从而发生部分异花授粉的植物,如蚕豆、菜豆、茄子、辣椒、棉花、高粱等。通常以异交率在10%以上(不同地区和种类间有所不同)作为常自交植物的下限。

自花授粉植物和常自花授粉植物在长期自交和人工选择的影响下,在遗传上纯合程度很高,一般不携带致死或半致死基因,因而不发生近交或自交衰退现象。Kearney (1923)报道,对常自花授粉植物棉花连续七代控制自交,未发现生长势减弱的衰退现象。

2. 异花授粉植物和自由授粉植物 在自然状态下雌蕊通过接受其它花朵的花粉受精繁殖后代的植物称为异花授粉植物,又叫做异交植物(cross-pollinated plants)。表2列出了种子植物中各种性别分化和授粉习性的代表种类,从中可以看到自花授粉和常自花授粉植物限于雌雄同花类型,而且限于被子植物少数几个科、属的草本植物。异花授粉则普遍发生于高等植物所有的科。雌雄异株和雌雄异花同株类型主要靠其性别分化保证其异花授粉,未发现有特殊的自交不亲和机制。如葡萄属全部60多个野生种都是雌雄异株,从野生群体中筛选出完全花突变系如山葡萄中的双庆、双优,刺葡萄中的塘尾都是自交亲和性很好的类型。现在自交亲和性良好的欧洲葡萄和胡椒都是从雌雄异株的森林葡萄和野胡椒经驯化来的雌雄同花类型。异花授粉植物在花器结构方面有着复杂的多样性,以多种方式适应异花授粉的需要。如开放传粉雌雄蕊异熟有利于异花授粉;风媒花产生大量小、轻而易于飞扬的花粉,雌蕊具有外露表大而便于捕捉飘浮花粉的柱头;虫媒花具有对昆虫等传粉动物吸引力很强的艳丽色泽、浓郁而特异的气味、发达的花冠和蜜腺;自交不亲和机制以及上述两个或更多特性的联合机制等。

严格的异花授粉植物除雌雄异株植物外,常具有自花授粉不亲和(self incompatibility)的生理—遗传机制,就是说即使自花花粉落在有正常功能的柱头上也不发生受精作用。

表2 种子植物性别分化和授粉习性

授粉习性 性别分化	自花授粉	常自花授粉	自由授粉 ^①	异花授粉 ^{②③}
雌雄同花	豌豆、豇豆、 香豌豆、小 扁豆、羽扇 豆、茴香、番 茄、莴苣、香 薹菜、三色 堇、凤仙花、 矢车菊、桂 竹香、芸香、 荨麻、水稻、 小麦、大麦	蚕豆、多花 菜豆、翠 菊、四棱 豆、茄子、 辣椒、芝 麻、棉花、 高粱	紫檀、万寿菊、波斯菊、 虞美人、石竹、鸡冠花、一 串红、芥菜、欧洲油菜、白 菜、甘蓝、萝卜、胡萝卜、 芹菜、芫荽、葱、韭菜、香 红花、葡萄、柑桔、胡椒、 酸樱桃、欧洲李、草莓、香 雪兰、木兰、含笑、丽花 球、乌羽王、钩状大戟、玉 米	苹果、梨、山楂、扁桃、甜樱桃、 无花果、枣、朱砂李、大杏梅、 柚、克里迈丁红橘、菠萝、多 脉榆、楸、刺槐、海桐、连翘、甘 薯、粘果酸浆、秘鲁香茄、夹 竹桃、菊花、雏菊、非洲菊、郁 金香、罂粟、花荵草、花亚麻、 向日葵、金鱼草、四季樱草、 报春花、毛果牵牛、麝香百 合、花菱草、补血草、奥甘月 见草、腋花矮牵牛、千屈菜、 马齿苋、丝带草、虎耳草、熊 耳草、芝麻菜、黑芥、羊茅草、 仙人球、昙花、蟹爪、君子兰
雌雄异花同株			西瓜、南瓜、葫芦、秋海 棠、天南星、粉芭蕉、蓖 麻、醉蝶花、玉米、核桃、 菜、榛、栎、松、柏、杉、冷 杉、落叶松	
雌雄异株 ^④				菠菜、酸模、忽布、波棱草、薯 蓠、石刁柏、野草莓、猕猴桃、 野胡椒、山葡萄、桑、柘、花曲 柳、杨、柳、椰枣、银杏、南洋 杉、罗汉松、榧、红豆杉

注：①自由授粉植物群体中常有少数自交不亲和类型，人们已从白菜、甘蓝和栎、松、落叶松中分离出自交不亲和系，用于生产杂种种子。

②异花授粉植物群体中有时也出现自交亲和类型，如甜樱桃品种 Stella，苹果中的秦冠、丹植等。柑桔大多数自交亲和，少数不亲和。

③雌雄异株植物如野生的胡榧、葡萄驯化成栽培型后就成为自交亲和性良好雌雄同花植物，野生种群中也能发现雌雄同花的突变如山葡萄中的双庆、草莓野生二倍体种多倍化后成为雌雄同花类型。

④二倍体的金鱼草、矮牵牛等自交不亲和植物，染色体加倍后成为自交亲和的自由授粉植物。

⑤朱砂李、大杏梅为中国原产李、杏的代表品种，多数自交不亲和，欧洲原产杏品种如皇家杏等自交亲和。

自交不亲和性从花器形态和遗传学的差异可分为异型性和同型性不亲和(heteromorphic and homomorphic incompatibility)两大类及若干亚类(表3)。

异型不亲和指同一种内不同个体间花型上不同类别间的亲和性。主要标志是花柱和雄蕊的相对长度。有所谓二型花柱(distyly)和三型花柱(tristyly)分别叫做二型类和三型类。

前者如朱锦文(1992)报道插花用阔叶补血草(*Limonium latifolium*)和里海补血草(*L. caspium*)都是二型类自交不亲和植物,有外形迥异的A型花粉伴随着玉米状柱头,B型花粉伴随着乳突状柱头。杂交试验表明玉米状柱头不能接受来自同种和异种的A型花粉,而能接受两者的B型花粉,由此获得了里海补血草和阔叶补血草的种间杂种。从杂种中选出的营养系4号已在生产中推广应用。三型类自交不亲和存在于14个科57个属中。研究较多的是酢浆草属、千屈菜属和风眼兰属中的一些种(K. R. Shivanna等,1985)。如在欧洲的小溪、河流堤岸边常见到的普通千屈菜有三种花型。A型为长花柱,中和短雄蕊;B型为中花柱,长和短雄蕊;C型为短花柱,长和中雄蕊。A型花的长花柱只能接受B型和C型花长雄蕊中产生的花粉;B型花只能接受来自A型和C型花中等长度雄蕊产生的花粉等等。据报三种花型的花粉粒大小和柱头乳突细胞在异型性方面也很明显。如长花药中产生的花粉粒大,由于富含淀粉被碘—碘化钾染成深蓝色,而短花药中产生的花粉小,富含脂肪不能被碘液染成蓝色(R. Dulberger,1970)。

表3 交不亲和的分类及代表性植物

类 型	亚 类	遗传方式	代表性植物
异型性	二型		报春花科、紫草科
	三型		千屈菜科、酢浆草科
同型性	配子体型	单基因座	茄科、豆科
		双基因座	
		多基因座	毛茛科
	孢子体型	单基因座	十字花科、菊科
		多基因座	十字花科芝麻菜
	配子—孢子体型		梧桐科可可

同型不亲和性的种类,植株间不存在花器形态方面差异。有配子体不亲和孢子体不亲和两类。前者不亲和决定于配子本身的基因型,一般为二核花粉;后者决定于孢子体的基因型,一般为三核花粉,但有少数例外。J. L. Brewbaker等(1967)报道,配子体不亲和植物在小孢子中形成特殊物质,随花粉的萌发进入花柱,与花柱中相应物发生反应时,花粉管就会停止生长;而孢子体不亲和植物在花粉形成前,这种特殊物质就存在于共同的细胞质中,因此花粉和柱头接触时就会引起不亲和反应。K. K. Pandey(1960,1963)报道自交不亲和性和花粉形成过程中细胞质分裂方式及花粉植株状态有密切关系(表4)。

自交不亲和性广泛存在于植物界。C. D. Darlington等(1949)估计被子植物中约有50%左右的物种有自交不亲和现象。D. Lewis(1979)报道已在74科被子植物中发现了同型性自交不亲和性;在十字花科、禾本科、豆科、蔷薇科、茄科、菊科、罂粟科、石蒜科植物中更为普遍;在17科100多属中发现异型性不亲和现象。

自由授粉植物(free cross—pollinated plants),又称常异交植物,在花器结构和开花授粉习性方面和典型的异花授粉植物相同,但能够自由接受自花及异花的花粉而正常受精和繁殖后代,实际上是异花授粉植物中不存在自花授粉不亲和性的种类。A. J. Bateman