

园艺作物遗传育种

金陵科技学院 主编



中国农业科学技术出版社

园艺作物遗传育种

金陵科技学院 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

园艺作物遗传育种/金陵科技学院主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2005.8

ISBN 7-80167-835-4

I. 园… II. 金… III. 园艺作物-遗传育种
IV. S603.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 095445 号

责任编辑
责任校对
出版发行
经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

杜 洪
张京红
中国农业科学技术出版社 邮编: 100081
新华书店北京发行所
北京奥隆印刷厂
787mm × 1092mm 1/16 印张: 23.75
1~1 830 册 字数: 500 千字
2005 年 8 月第一版, 2005 年 8 月第一次印刷
40.00 元

主 编

刘卫东 (金陵科技学院)
朱士农 (金陵科技学院)
崔群香 (金陵科技学院)

副主编

韩玉林 (金陵科技学院)
吴龙生 (安徽省芜湖职业技术学院)
周黎丽 (南京市农林局)
周达标 (南京市蔬菜花卉研究所)

参加编写人员

夏重立 (金陵科技学院)
陈 友 (南京市建邺区农业办公室)
王春彦 (金陵科技学院)
张爱慧 (金陵科技学院)
张长青 (金陵科技学院)
李玉萍 (金陵科技学院)
孙淑萍 (金陵科技学院)
纪易凡 (金陵科技学院)

前 言

为了适应“高职高专面向 21 世纪教学内容和课程体系改革”的精神，按照高职高专培养应用型人才的要求，结合多年高职高专园艺作物遗传育种教学的实践，组织编写了这本《园艺作物遗传育种》，本书的内容包括遗传育种学的基础知识、园艺作物育种知识两个部分。

在编写过程中，吸收了遗传学、园艺作物育种学的最新知识，从实用的角度出发编写教材内容。本书适用于高职院校园艺、园林、农艺等专业学生使用，以及园艺、园林专业技术人员参考。由于时间仓促、水平有限，错误之处在所难免，敬请同行专家、广大同行提出宝贵意见，以便再版时修改。

编 者

2005 年 6 月

目 录

绪 论	(1)
第一章 植物育种的遗传学基础	(13)
第一节 植物细胞分裂与染色体行为	(13)
第二节 质量性状遗传规律	(19)
第三节 数量性状的遗传	(32)
第四节 细胞质遗传	(36)
第五节 近亲繁殖和杂种优势	(39)
第六节 基因突变和染色体变异	(43)
第二章 园艺作物育种的植物学基础	(54)
第一节 园艺作物的繁殖方式、品种类别和育种特点	(54)
第二节 育种对象和育种目标	(62)
第三节 种质资源研究利用	(70)
第三章 园艺作物引种	(83)
第一节 引种的概念及意义	(83)
第二节 引种的原理	(86)
第三节 引种的方法	(93)
第四章 选择育种	(99)
第一节 选择与选择育种	(99)
第二节 有性繁殖植物的选择育种	(101)
第三节 无性繁殖植物的选择育种	(108)
第五章 杂交育种	(117)
第一节 常规杂交育种	(117)
第二节 优势杂交育种	(127)
第三节 营养系杂交育种	(146)
第四节 远缘杂交育种	(159)
第六章 其他育种方法及手段	(165)
第一节 诱变育种	(165)
第二节 倍性育种	(173)
第三节 生物技术育种	(179)
第七章 新品种审定保护与推广繁育	(186)
第一节 品种审定	(186)
第二节 植物新品种保护	(187)
第三节 品种的示范推广	(191)
第四节 良种繁育	(194)
第八章 蔬菜育种	(205)

第一节	白菜类·····	(205)
第二节	根菜类·····	(222)
第三节	果菜类·····	(240)
第四节	其他蔬菜·····	(250)
第九章	果树育种·····	(269)
第一节	葡萄·····	(269)
第二节	草莓·····	(279)
第三节	桃·····	(283)
第四节	梨·····	(288)
第五节	板栗·····	(294)
第十章	园林植物育种·····	(301)
第一节	一二年生草本花卉·····	(301)
第二节	球根宿根花卉·····	(313)
第三节	木本花卉·····	(334)
第四节	仙人掌类与多浆植物·····	(349)
第五节	蕨类植物·····	(355)
第六节	草坪与地被植物·····	(361)
主要参考文献·····		(369)

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、矿物质及其他保健成分，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、草坪等组成的园林作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。

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：一是改进园艺作物的遗传特性，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；二是改善栽培环境如改良土壤、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，是园艺作物育种学的研究领域，后者对园艺作物来说是外因，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、园艺作物的进化

(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。园艺作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作物人工进化，即作物育种的重要理论基础。

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 65000 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，直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。以甘蓝的进化为例，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，不耐炎热，要求充足的光照、湿润的土壤，不耐干旱和瘠薄等特性。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 4000 多年以前就开始栽培甘蓝，把它引种到世界各地。在不同的环境条件的培育和选择下形成了许多栽培变种，如营养生长期侧芽处于抑制状态而顶芽发达先长成叶簇，后结成叶球的结球甘蓝；顶芽抑制而侧芽发达，形成许多小叶球的孢子甘蓝；茎部短缩而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

花枝的木立花椰菜；以及叶片常带黄、红、紫等鲜艳色彩，多呈皱缩，观赏价值较高的羽衣甘蓝；还有前面没有提到的各具特点的其他变种如皱叶甘蓝、紫叶结球甘蓝等。各个变种之间尽管在形态、结构方面发生这样巨大的歧异，但仍然保留了它们祖先原始野生种的很多共同特性。如各变种都有复总状花序，深浅不同的黄花；虫媒异花授粉习性；在自然状态下自交不亲和；变种间可相互杂交；都喜欢温和凉爽的气候，一般不耐炎热和寒冷；喜湿润、肥沃而不耐干旱、瘠薄；有共同的主要病害，如黑腐病、菌核病等，这是自然进化留下的深刻烙印。

二、品种的概念和良种的作用

（一）品种的概念

国内外各种书刊都曾对品种的概念进行过研讨和阐述，共性是：“确认品种是具有某些属性的家养动植物群体”。但在具有哪些属性方面存在一定的歧异。如《中国农业百科全书》作物卷中品种的概念是“经人工选择培育，在遗传上相对纯合稳定，在形态特征和生物学特性上相对一致，并作为生产资料在农业生产中应用的作物类型。品种一般具有较高经济价值，符合人类需要，能适应一定地区自然条件和栽培条件”。1998年版《中国农业大词典》将品种定义为：“来自同一祖先，具有为人类需要的某种经济性状，基本遗传性状稳定一致，能满足人类生产物质资料及科学研究目的的一种栽培植物或家养动物群体”。联合国粮农组织和国际种子检验协会颁布的《种子法指南》（1969）将品种定义为“根据特异性（形态学、细胞学、化学等）可以和其他相区别的栽培植物群体，不会因繁殖（有性或无性）而失去其重要特性”。前一个概念表达了品种具备整齐、稳定、优良、适应四方面属性，未涉及应具有和其他群体相区别的属性；但阐述中存在明显的片面性如“遗传相对纯合”既不符合有性繁殖的杂交种品种，更不符合营养系品种。后一概念没有表达作为农业生产资料应具备优良和适应的属性。有些书刊中对于品种的属性做出了一些其他不确切的阐述，如“经过长期栽培驯化”等。实际情况是有些品种的产生并未经过长期栽培驯化，如猕猴桃、山葡萄较多是直接从野生群体选择优株繁育成的营养系品种。景士西总结国内外有关论述，提出品种必要而充分的属性应包括优良（elite）、适应（adaptability）、整齐（uniformity）、稳定（stability）和特异（distinctness）五个方面，简称优、适、齐、稳、特（英文简写成EAUSD）。据此拟定品种的概念是，“在一定时期内主要经济性状上符合生产和消费市场的需要；生物学特性适应于一定地区生态环境和农业技术的要求；可用适当的繁殖方式保持群体内不妨碍利用的整齐度和前后代遗传的稳定性，以及具有某些可区别于其他品种的标志性状的家养动植物群体”。或简单表述为“具有在特定条件下表现为不妨碍利用的优良、适应、整齐、稳定和特异性的家养动植物群体”。这五个方面也是新品种审定的主要内容。

优良 指群体作为品种时，其主要性状或综合经济性状符合市场要求，有较高的经济效益。

适应 包含对一定地区气候、土壤、病虫害和不时出现的逆境的适应和对一定的栽培管理和利用方式，如对肥、水充足的适应，对机械化作业的适应，对加工及其工艺过程的适应等。

整齐 包括品种内个体间在株型、生长习性、物候期等方面的相对整齐一致和产品主要经济性状的相对整齐一致。整齐性的要求对不同作物，不同性状应区别对待。如用于罐藏加

工的果蔬品种对成熟期及产品品质一致性的要求高于鲜食品种。品种概念在整齐度前面加上了“不妨碍利用”的限制词，是因为一方面不可能在实践上要求个体间绝对整齐一致；另一方面，为了有利于利用，有必要保持品种内某些性状的多样性，如群体内对病原生理小种及环境胁迫的抗耐性的差异有利于提高品种的总体适应能力。再者某些观赏植物常在保持主要特性稳定遗传的基础上要求花色多样化以增进其观赏价值。如瞿麦品种 *Sternzaaber* 以稳定的星状花冠和花色的多样绚丽为其特色。

稳定 指采用适于该类品种的繁殖方式的情况下保持前后代遗传的稳定，如营养系品种虽然遗传上是杂合的，但在用扦插、压条、嫁接等方法无性繁殖时能保持前后代遗传的稳定连续。某些蔬菜、花卉在生产中利用杂交种品种，世代间的稳定连续限于每年重复生产杂种一代种子。杂种世代不能继续有性繁殖，也就是说以间接的方式保持前后代之间的稳定连续。有时针对一些特殊情况可以一定程度上放松对稳定性的要求，如美国曾由于劳力紧张，对一些制种成本过高的园艺作物如番茄、香瓜、矮牵牛、三色堇的某些杂交种品种允许利用杂种二代但不能利用以后的世代。再如观赏植物中有不少扇形嵌合体品种，如刚竹、桂竹、龙头竹等种内都有所谓黄金间碧玉、碧玉间黄金等用于观赏的体细胞突变类型。在利用竹鞭繁殖时，往往黄金或碧玉部分有时扩大，有时缩小，甚至消失，只能靠在繁殖中选择适当的繁殖部位，通过选择保持品种的稳定连续。

特异 指作为一个品种，至少有一个以上明显不同于其他品种的可辨认的标志性状。

品种的优良、适应显然有它的时间性和空间性。一些过时的、不符合当前要求的老品种和不符合当地要求的外地品种不完全具备上述优、适、齐、稳、特的要求，习惯上仍称为品种。它们常常是用于选育新品种的种质资源。

品种是重要的农业生产资料，有其在植物分类上的归属，往往属于植物学上的一个种、亚种、变种乃至变型，但是不同于植物学上的变种、变型。英文中的术语 *variety* 译为汉语时兼有变种和品种的含义。为避免混淆，国际生物学联合会在 1961 年制定的《栽培植物国际命名规章》中规定栽培植物的品种，在英语中改用 *cultivar* 一词，简作 *cv.* 这个词是 *cultivated* 和 *variety* 的缩简复合词。但这一规定仍然没有引起普遍的重视，像前面说的竹类作物中的黄金间碧玉和碧玉间黄金显然只是由同一位点体细胞突变而选育的两个营养系品种，但有关书刊上仍然写作两个不同的变种 *var. castilloni* Maroi 和 *var. castiuniniersa* Muroi。山茶花的诸多营养系品种如白洋茶、什样景、鱼血红、杨贵妃、小五星等都一一冠以拉丁文的变种名，造成概念上的混淆，是应该予以纠正的。

（二）良种的作用

1. 良种在诸多增产因素中的地位 园艺作物的产量和其他经济性状都是品种和栽培环境共同作用的结果。在推广良种时常伴随着适应该良种的栽培条件的改善。因此要科学、客观地评估良种的作用必须用一定的试验设计和统计方法区分这两种不同的效应。辽宁省丹东市农业科学研究所（1975）曾对 1950~1974 年间辽宁省玉米品种及杂交种试验中 226 个区域试验点，184 个参试材料，2 530 次试验进行统计分析。结果是品种改良在诸多增产因素中占 37.1%。河南农业大学估算的结果是品种改良占 38%~42%。美国伊利诺斯大学的数据为 30%~40%；衣阿华州的数据为 32.9%（Darrah, 1970）等。从不同方面估算的数据比较近似。

2. 良种促进园艺生产的多种功能

（1）增加产量：良种一般都有较大的增产潜力和适应环境胁迫的能力。园艺作物推广高

产品种增产效果一般在20%~30%以上,有的甚至成倍增长。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造成的环境胁迫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。

(2) 提高品质:对于园艺作物来说提高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并不少见。反映出园艺作物良种在改进品质,促进生产的重要作用。

(3) 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(如单季改双季);园艺作物除了有类似功能外,更主要的是延长供应、利用时期,解决市场均衡供应问题。因为绝大多数园艺产品都是以多汁的新鲜状态供应市场。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淡季和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,大幅度地延长了它的观赏期及利用方式(切花和露地园林)。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。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。

(4) 减少污染、节约能源:病虫害是发展园艺生产的重要威胁。生产者每年不仅在防治病虫害的农药方面的耗费很大,而且在产品、土壤、大气、水源方面造成严重污染,危害人们的健康。抗病虫品种的育成可起到减少污染,降低成本的作用。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源消耗,如象牙红一般品种开花要求白天28℃、夜间25℃的条件。新近育成的温室品种在白天14℃、夜间12℃就能正常开花。

(5) 适应集约化管理、节约劳力:园艺生产劳力高度集约。以插花和盆花生产为例,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。过去用多次摘心的办法促进分枝用工较多,通过选育分枝性强的矮生品种可免除摘心用工。在菊花、蔷薇、石竹等插花生产中因为栽植密度大,疏蕾和摘芽需要大量劳力。自美国伊利诺斯大学育成了“分枝菊”品种系列后,很快传入荷兰、英国、日本等国,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,节减管理和包装用工,从而大幅度提高劳动生产率。另一方面,选育切花用五分枝的紫罗兰和菊花品种可免除摘心和摘芽作业达到省工的目的。果树如苹果矮化砧和短枝型品种的育成,蔬菜如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形、修剪、采收等作业的用工量。

总的来说育种致力于改良遗传因素(G),提高园艺作物高产、优质的内在潜力;栽培着重改进环境因素(E),使遗传因素的潜力得到充分发挥。还有一种可能效益很大,但常常被人们忽略的GE效应,如新品种特别适应于改变了的栽培环境或者是栽培技术更加适应于新品种的需要。因此,植物遗传改良和耕作栽培技术的改进应该紧密结合,相辅相承,才能使园艺生产得到更快的发展。

三、园艺作物育种学的任务和内容

(一) 园艺作物育种学的任务

园艺作物育种学是研究选育园艺作物新品种的原理和方法的科学。其基本任务是根据不同地区原有品种基础和主、客观情况,科学地制定先进而切实可行的育种目标;在征集、评价和利用种质资源,研究和掌握性状遗传变异规律及变异多样性的基础上,采用适当的育种途径和方法,选育适合于市场需要的优良品种,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,提供数量足够、质量可靠、成本较低的繁殖材料,促进高产、优质、高效园艺业的发展。

园艺作物育种学是果树、蔬菜及观赏植物人工进化的科学,是以遗传学、进化论为主要基础的综合性应用科学。它涉及植物学、植物生理学、植物生态学、植物生物化学、植物病理学、农业昆虫学、农业气象学、土壤学、生物统计和试验设计、生物技术、园艺产品贮藏加工学等领域的基本理论和实验手段。园艺作物育种学与有关园艺作物的栽培学有密切的联系,是园艺科学中不可偏缺的主要学科。

(二) 园艺作物育种学的主要内容

园艺作物育种学的主要内容有:育种对象的选择,育种目标的制定及实现目标的相应策略;种质资源的挖掘征集、保存、评价研究、利用和创新;选择的原理和方法;人工创造变异的途径、方法和技术;杂种优势的利用途径和方法;育种性状的遗传研究鉴定和选育方法;育种不同阶段的田间及实验室试验技术;新品种审定、推广和繁育等。

四、园艺作物育种的发展与展望

(一) 园艺作物育种的发展趋势

近年来国内外园艺作物育种发展的趋势可以概括为以下几个方面:

1. 育种目标紧密结合生产与科技的发展及市场竞争的需要 育种目标总的趋势是培育“高产、优质、高效”的品种。在剧烈的市场竞争中各国都十分重视园艺作物的品质育种,注重产品的外观、整齐性、货架寿命等商品性状,提高鲜食及加工品质,改善营养保健价值和消除有害成分。由于农药用量不断增加,不仅增加生产成本,而且严重污染生态环境,残毒影响人体健康,因此培育抗病虫品种乃至兼抗、多抗品种也成为当务之急。在人口增长,耕地减少及生态环境恶化的情况下,有些专家预言,将来多数植物将需要在目前认为不适合的区域种植。有些园林植物需要种植到废弃的工地和矿物、废物垃圾场地,因此提高园艺作物对种种逆境的适应性也会逐渐提到日程上来。为了提高产量和品质,不仅要考虑产量、品质的构成性状而且要考虑它们的生理基础。提高品种的光合效率及光合产物的利用率以及理想株型的育种等也引起育种界的重视。另外还有选育适于机械化作业的品种,节省劳动力的品种,针对产品不同用途和加工方式分别选育专用及兼用品种等。

2. 重视种质资源的征集、评价和开发利用 近二三十年以来,育种界逐渐认识到种质资源是育种事业成就大小的关键,普遍开展了大规模的资源调查、征集,建立了一定规模的种质资源库。资源工作先进的国家已经建立起比较完善、规范化的资源工作体系,如美国农

业部、日本农林水产省都设置专门机构，负责各类作物种质资源的考察、收集、保存、评价工作，以及建立管理资料档案，更新繁殖、种苗检疫、分发、交换等制度法规，使种质资源工作和育种工作密切联系，充分和及时满足育种的需要。

3. 重视育种应用基础及育种途径和方法的研究 育种是一门应用学科，但育种学家从实践中总结出一条重要经验是，要提高育种效率，必须加强和育种关系密切的应用基础学科的研究，并发挥它们对育种的指导作用。日本育种学家角田（1977）强调：“只有育种学家对他所从事育种的植物，特别是对目标性状的遗传、生理、生态、进化等方面的知识有深客的了解，并且以这些知识为基础，采取切合实际的育种方法，才能提高育种效率”。近年来主要园艺作物有关产量、品质、抗病性、株型、雄性不育等主要经济性状遗传研究方面的进展对提高育种效率起到了积极的推动作用。对新的育种途径和方法的研究如远缘杂交、理化诱变、倍性育种、单细胞突变体筛选、体细胞融合、及其他生物技术等都在积极探索，并取得了较大进展。

4. 增加国家对育种事业的扶持力度 以现代化的仪器设备改进鉴定手段，提高育种效率。园艺作物育种是一个周期长、投入多、风险大，但对发展现代化农业举足轻重的事业，需要较多的经费投入。许多国家都在种子法中以法律形式明确规定对品种选育等工作拨专款予以推动和扶持。如日本实行以工业积累扶植农业的政策，虽然来自农业的财政收入仅占1%，但对农业的投入却占总预算的10%；通过各种渠道用于农业的投资高达农业总产值的150%（朱丕荣，1995）。充裕的经费使日本的育种部门拥有先进的仪器设备，可以对大批量的小样品进行快速准确的定性和定量鉴定，对含量极少的成分也能进行微量和超微量的分析。对植物的组织、细胞结构的解剖学性状利用扫描和透射电镜观察。利用同工酶技术，分子标记技术（RFLP）等鉴别遗传变异。利用电子计算机和其他技术的结合自动分析处理大量数据资料，极大地提高了育种的效率和精确度。植物育种是一种高效产业。Muntzing等（1951）在重要论文“司瓦略夫（1886~1948）：历史和现在的问题”中，总结了瑞典38年间在植物育种工作上大约花费了300万美元，平均每年投入近8万美元，结果使瑞典的作物生产年收益增加了2000万美元，收益和投入的比率为250:1。

5. 发展多学科协作配合的综合育种 对于解决复杂的育种任务，从种质资源的评价、筛选，杂种后代的鉴定、选择，品系品种的比较鉴定等以育种工作为中心，根据需要组织育种、遗传、生理、生化、植保、土肥、栽培等不同学科的专业人员参加，统一分工、协同攻关是提高效率的有效方式，正受到比较普遍的重视。

（二）中国园艺作物育种的回顾与展望

中国园艺作物育种有着悠久的历史 and 辉煌的过去。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、花卉品种为全世界所瞩目，对整个世界的园艺作物育种事业作出了巨大的贡献，素有“中国是世界园林之母”的美誉。瓦维洛夫（H. H. BaBHIIOB, 1935）盛赞中国是世界农业及栽培植物起源最早，栽培作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。如早在公元前一个世纪《汜胜之书》中已有关于注意选留种株、种果和单打、单存等选种方法的记载。《齐民要术》（532B.C.）中论述种子混杂的弊端，主张采取穗选，设置专门繁种地及选优、汰劣等措施；以及对无性繁殖的园艺作物采用有性和无性繁殖结合的方法进行实生选种。《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、并蒂的菊花、牡丹、芍药等花卉品种的经验。“‘魏

花’未出时‘左花’为第一，‘左花’之前唯有‘苏家红’、‘贺永红’、‘林家红’之类，皆单叶花，当时为第一，自多叶花、千叶花出后，此花黜矣，今人不复种也。”“潜溪绯者，千叶绯花，出于潜沙寺……本是素花，忽于丛中时出绯者一二朵，明年移在它枝，洛人谓之转枝花，故其接头尤难得。”确切地记载了牡丹品种由单瓣演化为复瓣、重瓣；发生在唐代以及唐、宋时期利用芽变选育花卉、果树新品种的事实。上述古籍中的零星记载反映了我们祖先在驯化、改造植物本性的实践中积累了丰富的经验。达尔文（C. Darwin）在《物种起源》（1859）中写道：“我看到一部中国古代的百科全书，清楚地记载着选择原理。”“中国人曾经运用这些相同的原理于各种植物和果树上”。然而在19世纪以后，当世界进入科学育种阶段，整个育种事业迅速发展时，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。育种工作长期处于停滞状态。新中国成立以来，园艺作物育种事业有了较大的发展。

1. 开展了全国性的资源调查，初步建立了园艺作物种质资源工作体系 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作物资源调查工作，在普查中发现和整理的果树和蔬菜品种均以万计。据不完全统计，1965年全国各地调查收集的蔬菜地方品种约17 000余份，“文化大革命”期间种质资源工作受到严重干扰和破坏，1978年后得到迅速恢复和发展。“七五”以来作物种质资源的研究一直列为国家科技攻关项目，不仅在种质资源的调查、收集和评价研究等方面取得较大进展，而且使收集到的绝大部分种质资源在现代化的种质库中得到妥善保存。据1997年统计资料，中国国家种质库拥有的资源总份数已达到35万份，仅次于美国（41万份）和俄罗斯（37万份），跃居世界第三，其中包括有性繁殖的蔬菜资源28 765份、无性繁殖的果树、蔬菜资源以资源圃种植保存及低温保存的试管苗库，有关园艺作物的国家级种质资源圃23个，包括各类果树资源圃17个（11 657份），含果桑在内的桑树资源圃1个（1 757份），薯类资源圃2个（1 900份）和试管苗库2个（2 350份），水生蔬菜资源圃1个（无性繁殖资源1 949份，有性繁殖资源184份），以上种植保存和试管苗保存包括部分重复资源近2万份，已对作物主要经济性状进行初步评价鉴定，数据输入1990建立的国家级植物种质资源数据库系统。该系统拥有各种作物332.4万个数据项。

观赏植物种质资源的种类更加多样、复杂，而资源工作总的来说相对滞后，多由有关单位就某些种类自由组织或参加农、林部门组织的调查考察队。如20世纪80年代由广州华南植物园，昆明园林研究所等单位协作调查，收集我国木兰科植物11属、90种200多份资源先后在富阳和建德建立了木兰资源圃。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180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，广西南宁建立了两座金花茶资源圃拥有金花茶类20多个种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等，都是进一步发展我国园艺作物育种工作的物质基础。

2. 广泛进行了园艺作物的引种工作 在资源调查、整理的基础上，广泛进行了国内不同地区间相互引种和国外引种，大大丰富了各地园艺作物的种类和品种，扩大了良种的栽培面积。例如，四川的榨菜通过引种不仅在长江一带江、浙等省，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、小白菜、丝瓜、苦瓜等都在北方试种成功，北方的结球白菜、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作物种类如果树中的马来西亚红毛丹、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、茛苢、独行菜、黄秋葵等；观赏植物如从日本引入的龙柏、五针松、樱花、红槭，从北美引入香柏、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。

从国外引种成为我国园艺生产中的主栽品种的如苹果品种红富士、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、弗罗雷达等。

3. 新品种选育成效显著 新中国成立以来，全国各地通过各种育种途径选育的园艺作物新品种数以千计，主要果树蔬菜作物的品种已更换过2~4次，比较充分地发挥了品种在生产中的作用。如占全国蔬菜上市总量40%左右的白菜，针对病毒病、霜霉病等病害经常流行，大流行年份减产50%以上，局部地区甚至绝产的现实情况，1983年国家科委和农业部组织了“白菜抗病新品种选育协作攻关组”，“六五”、“七五”期间育成优良的抗病品种(系)38个，推广面积35.27万 hm^2 ，增加效益9.12亿~10.12亿元，筛选出单抗资源672份、双抗资源173份，三抗资源39份；黄瓜抗病育种协作攻关课题共育成抗3种以上病害、优质、丰产品种20个，先后通过省、市或全国品种审定，推广到27个省、市，覆盖了全国露地同类品种种植面积的60%~70%，保护地推广面积在早熟杂交种品种中首屈一指，累计推广面积13.33万 hm^2 ，新增经济效益4.8亿元，大大减少了农药造成的污染，筛选出从单抗到多抗(5种病原)的资源115份；优质罐藏黄桃育种中育成的不同熟期的系列品种；上海园林科学研究所(1982)育成早菊杂交品种14个，于国庆节前后开花，色艳、型美、植株挺拔。北京植物园近年来通过种间杂交选育成6个香新品种，具有开花繁茂、花色鲜艳及重瓣性强等特性。武汉植物研究所黄国振(1985)用中国原产的莲花和美洲原产的黄莲进行种间杂交育成了世界上第一个黄色重瓣大花的荷花新品种友谊牡丹莲。此外，梅花的优质和抗寒育种也都取得举世瞩目的成果。蔬菜方面20世纪70年代以来培育了一大批优良的甘蓝、白菜、甜椒的雄性不育系及黄瓜的雌性系等。这些材料的育成，显著促进了杂交种品种的选育和杂种一代种子的大规模商品生产，据不完全统计，全国已育成20种蔬菜杂交种品种400多个，推广面积达20万 hm^2 以上，多数增产效应在20%~30%以上。

4. 育种理论和方法的研究也取得一定成效 为了提高育种效率，增加育种工作的科学性和预见性近年来对园艺作物特别是对营养系的一些主要经济性状的遗传规律、多倍体的诱发、辐射引变、克服远缘杂交的障碍等方面开展了一些研究，对杂交亲本的选择选配，扩大杂种材料的遗传基础都起到了积极的作用。特别是在组织、细胞培养等方面，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、辣椒等园艺作物的单倍体，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、及多种分子标记技术应用于研究园艺作物的分类、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作物，包括苹果、柑橘、葡萄、胡桃、猕猴桃、竹、草莓、番木瓜、番茄、茄子、辣椒、甘蓝、白菜、黄瓜、石刁柏、花芋等，有些已进入大田试验。在提高园艺作物对病虫害、病毒病、除莠剂的抗性，改进品质及贮藏保鲜性能等方面展现了诱人的前景。

(三) 园艺作物育种必须主动适应经济体制的改革

长期以来,中国园艺作物育种基本上是单一的公立育种在传统计划经济体制下运行。党的十四大提出了建立社会主义市场经济体制的目标。10年来的体制改革给园艺作物育种注入了新的活力,同时也暴露出在传统计划经济体制下育种业存在的种种弊端。其基本特点是决策权力高度集中,忽视乃至排斥市场的导向作用,使育种工作难以适应经济发展的需要;宏观调控作用薄弱,使整个园艺作物育种工作缺乏长远规划和全面布局;在育种对象方面片面强调少数和国计民生关系较大的主要作物,而忽视多数作物的品种改良;育种目标方面片面强调高产,而忽视品质等商品性状改进;主管人员不愿为自己任期内难以取得政绩的周期长、花钱多的育种和应用基础项目投入经费和人力,片面强调实用育种,要求短期内拿出较多品种,使那些育种周期较长,难度、风险较大,投入较多的育种项目难以开展;从事园艺作物育种的国家级、省级、地级,数以百计的育种单位基本上是在低水平上搞重复研究,重点不突出,力量分散,不利于人、财、物等有限资源的合理配置,使基础好、潜力大的育种单位经费短缺,育成品种档次低,缺乏竞争力;缺乏有效的育种权益保障制度,育种者难以分享育种本身为生产和社会创造的巨大经济效益,民间育种难以发展;加上投入过低使育种事业难以持续发展。以上种种弊端和问题制约改革向纵深发展,要求育种单位、个人及主管部门由消极顺从传统计划经济体制约束向主动地适应市场经济体制转变,以促进园艺作物育种事业的发展。

1. 育种工作必须主动适应市场经济发展的需要 在社会主义市场经济体制下的育种者必须树立市场观念。不了解市场需求的育种者是盲目的育种者,不符合市场需求的种植材料不能成为合格品种;要树立质量观念和竞争观念,没有高质量和良好信誉就无法参加竞争,没有竞争优势的育种单位就无法生存和发展;要树立效益观念、信息观念和 risk 观念,使盲目的引种、育种、繁种和营销行为受到有效遏制;要树立法制观念,使育种者在市场竞争中能自觉地以法律、以国务院新颁布的《中华人民共和国新品种保护条例》和各种有关种苗市场管理法规约束自己,并作为自我保护的有效手段。为了使我国园艺作物育种事业适应建设社会主义市场经济的需要,必须树立讲求效益,讲求竞争,讲求持续发展的新观念。从育种对象的选择,育种目标的制定,到整个育种计划的安排和实施都要按市场经济的要求和经济规律来运作。

2. 育种单位应努力创造自我生存和发展的能力 随着社会主义市场经济体制的确立,育种单位面临的困难和矛盾较为突出,而摆脱困难的主要出路在于摒弃“等(指示、任务)、靠(下达课题)、要(经费、设备)”思想,在改革中主动面向经济建设主战场,促进育种科研和生产、市场的紧密结合,在改革中求生存、求发展。天津市黄瓜研究所依靠农村基层组织,先后育成津研、津杂、津春系列 16 个黄瓜配套品种,已在全国 30 个省市大面积推广,占全国黄瓜栽培总面积的 80% 以上,实现了全国黄瓜品种的更新换代,年创社会经济效益 5 亿元。实行“互利互惠,风险共担”的原则,从传授农民黄瓜繁育的每一环节开始,逐渐形成繁种组、繁种村、繁种乡,已建成 400hm² 的黄瓜良种基地和繁育基地,每年向社会提供优良种子 15 万~20 万 kg,占我国黄瓜种子总需求量的 30% 以上,为加强自我生存和发展能力奠定了良好的基础。现代化农业要求种子生产、营销的现代化,把种子生产从千家万户自选自繁的分散形式中解放出来,以现代科技装备种子生产、加工和营销的全过程。由种子(苗)公司集中生产和供应的形式,以高纯度、高质量、高标准的种苗满足生产需要。国内外实践表明,建设和发展育、繁、销一体化的专业种子公司是实现种子工作现代化的发展趋