

现代农业科学讲座

XIAN DAI NONG YE KE XUE JIANG ZUO

现代育种学的发展

王 鸣 著

农 业 出 版 社

中国农学会编

现代农业科学讲座

现代育种学的发展

王 鸣 编著

中国农学会编

现代农业科学讲座
现代育种学的发展

王 鸣 编著

中国农学会编

农业出版社出版 新华书店北京发行所发行

农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 5.125印张 79千字

1979年6月第1版 1979年6月北京第1次印刷

印数 1—51,200册

统一书号 16144·1902 定价 0.43元

前 言

一九七七年冬，陕西省农林科学院邀我作了两次题为《现代遗传学、现代育种学发展动态》的学术报告。中国农学会约我将该讲稿的后半部改写成《现代育种学的发展》一书。自知水平有限，谨抱着“抛砖引玉”的目的，编成此书，向遗传育种学界的专家和同志们请教。

现代育种学是一门涉及范围很广，内容极其复杂的综合科学，在其他现代科学技术的推动和协作下，近年来发展很快。我国与世界先进水平相比，还存在着相当的差距。此外，这一领域中也还有许多没有解决的问题和不同的学术观点。编者遵照“百家争鸣”、“洋为中用”的方针，就现代育种学的特点、成就、发展动态以及各个育种途径的基本原理和方法，加以扼要的介绍，供读者参考。

现代育种学犹如一座庞大的“科学成果展览馆”，

内容丰富多采，成果琳琅满目。本书只是对“展览馆”中的主要“展览大厅”进行一番概略地浏览，并在重点“展品”面前稍事停留。由于篇幅有限，不可能作详尽的说明。读者如果对某些“展品”需要作进一步的深入了解，请向提供展品的“研制”单位求教。本书若能起到一点“索引”和推荐的作用，编者就感到十分欣慰了。

由于作者所知，不过是现代育种学浩瀚的知识沧海中之粟，加之编写时间又很仓促，遗漏和谬误在所难免，恳请各地专家和读者不吝指正。

王 鸣

一九七八年九月

目 录

前 言

一、现代育种学的概念和突出成就	1
二、现代育种学的特点和发展动向	3
(一) 提出了一些新的育种目标	3
(二) 大量征集和科学保存育种原始材料	8
(三) 广泛采用现代科学技术对育种材料进行 精确、快速、超微量鉴定	10
(四) 改进和创造丰富多样的现代化育种途径	14
三、有性杂交育种发展的新动向	14
(一) 重视遗传规律的研究和应用	15
(二) 重视多亲(系)杂交	15
(三) 改进选择方法, 压缩分离世代的群体	16
(四) 杂交育种与其它育种途径相结合	16
(五) 尽量加速育种过程	17
四、远缘杂交育种	17
(一) 远缘杂交的重要意义和国内外的进展	17

(二) 现代育种学对远缘杂交研究的新观点	21
(三) 远缘杂交的障碍及其克服方法	22
(四) 对远缘杂交研究的展望	26
五、辐射育种	27
(一) 辐射育种的概念及其重要意义和成就	27
(二) 辐射育种的特点和用途	30
(三) 辐射处理的方法	33
(四) 辐射育种亲本材料的选择	38
(五) 国外辐射育种发展动向	41
(六) 其他物理诱变途径及其配合使用	44
六、化学诱变育种	49
(一) 化学诱变育种的概念、效果和特点	49
(二) 化学诱变剂的种类及其作用机制	53
(三) 化学诱变处理中的几个问题	55
七、多倍体育种	59
(一) 多倍体育种的概念及其在植物进化中的意义	59
(二) 多倍体育种的主要类型	61
(三) 人工引变多倍体的方法	67
(四) 多倍体育种的亲本选择和适用范围	70
八、单倍体育种	72
(一) 单倍体及单倍体育种的概念	72
(二) 单倍体育种的简史及国内外的进展	73

(三) 单倍体育种在理论与实践上的重要意义	75
(四) 花粉单性发育成植株的生物学原理	78
(五) 花粉培养中产生单倍体的方式	81
(六) 单倍体育种的基本方法	82
(七) 当前单倍体育种研究的重点	84
九、体细胞杂交	85
(一) 体细胞杂交的概念和范畴	85
(二) 体细胞杂交的历史及国外的进展	86
(三) 体细胞杂交在理论与实践上的重要意义	89
(四) 我国体细胞杂交工作的进展和成就	94
(五) 体细胞杂交的主要环节和方法	97
十、杂种优势的利用	100
(一) 杂种优势育种当前研究的重点问题	102
(二) 杂种优势的遗传学原理	103
(三) 杂种优势的生理学、生物化学及分子生 物学研究	104
(四) 杂种优势的早期预测	110
(五) 雄性不育系的选育和利用	113
(六) 自交不亲和系的选育和利用	120
(七) 化学杀雄剂的应用	126
(八) 关于“固定”杂种优势问题的研究动向	128
十一、高光效育种	133

(一) 对“第二代绿色革命”的议论	133
(二) 提高光能利用率的途径	134
(三) “高光效育种”的概念及国内的进展	135
(四) 植物在呼吸和光合作用方面的差异 ——“光呼吸”与“非光呼吸”	136
(五) 植物对 CO_2 吸收利用方面的差异 ——关于 CO_2 补偿点问题	138
(六) 高光效育种的基本方法	140
十二、染色体工程	141
(一) 染色体消除	141
(二) 染色体添加	142
(三) 染色体置换	143
(四) 染色体片断“移植”	145
(五) 用染色体“易位”创造无籽果实	147
(六) 染色体摄取和剔选	148
(七) 染色体的“外科手术”	148
十三、基因工程	149

一、现代育种学的概念和突出成就

“现代育种学”〔注〕是综合运用现代遗传学及其他有关自然科学的理论与技术，对生物的遗传性(种性)进行有效地管理、控制和改造，以加速生物“人工进化”的进程，多快好省地选育作物新品种的科学。

现代育种学已进入了一个崭新的阶段(有人称之为“第三代的育种”)，它与古典的仅依靠经验进行杂交与选择已大不相同。因此要求“育种设计师”对有关的现代科学理论与技术具有渊博的知识和熟练的技巧，准确地掌握生产实践中存在的问题，广泛地了解国内外育种科学的现状，并对其发展前景作出正确的判断，在此基础上，以丰富的想像力和创造才干，制定出既切实可行，又高瞻远瞩的育种目标和实施方案，并通过艰巨的劳动而加以完成。现代育种学对我国实现四个现代化将发挥重要的作用。

〔注〕本书所讨论的“现代育种学”仅指作物(植物)育种学，一般不涉及动物和微生物育种。

1968年以来，国外报刊上出现了一个新的词汇，叫做“绿色革命”，并大加宣扬。有的文献说：“绿色革命目前的成绩几乎全是靠育种取得的”。甚至把“今日高产良种”比作“十八世纪产业革命的发动机”。作为“绿色革命”的样板而广为宣传的是“菲律宾水稻”和“墨西哥小麦”。世界许多国家由于引种这些优异品种而获得大幅度增产。菲律宾国际水稻研究所曾把他们选育的抗病、矮秆的菲律宾水稻新品种“IR—8”称为“奇迹米”，其后又陆续选育出了一系列的以IR编号的新品种，著名的有IR—20、IR—26等。在水肥条件优越的条件下，亩产可达860—1,000斤，最高可达1,333斤，在一年三熟地区，每亩产量可达2,000—3,000斤。

设在墨西哥的“国际小麦和玉米改良中心”选育的高产、矮秆、抗病的“墨西哥小麦”新品种的推广，使墨西哥由小麦进口国一跃而为小麦输出国。墨西哥的小麦产量五十年代初期亩产水平仅为110斤，六十年代初期为220斤，七十年代初期则增至380斤，1976年全国1,200万亩小麦，平均亩产高达561斤，与五十年代初期相比，亩产增加四倍多，总产增加五倍。据报道，近年来该国又选育出每公顷产量高达7.5吨的小

麦新品种，此外“国际小麦和玉米改良中心”最近还育成了新的“奇迹玉米”，其产量比发展中国家普通的产量高七倍，据估计：“在1976—1980年间，很可能开始一场玉米生产的革命”。只有500多名农业科学工作者的墨西哥，在农业上能够取得这样显著的进展，是很值得加以研究总结的。现代育种科学给农业发展带来的巨大贡献，引起了世界各国对育种事业的高度重视，并竞相投入大量人力、物力积极开展这方面的研究工作。

关于现代育种学各个领域的具体成就和进展，将在下面各节中分别介绍。

二、现代育种学的特点和发展动向

随着现代科学技术和工农业的迅速发展，出现了许多新理论，新技术，新问题，这就给现代育种学提出了一些新概念、新要求和新任务，并赋予它一些新特点。主要表现在以下方面：

（一）提出了一些新的育种目标

除高产、稳产仍然是主要的育种目标外，现代育种学的一个重要发展趋势是对抗病性、对环境压力（尤其是污染）的抗性，以及对营养成分含量的育种基础

研究，愈来愈成为突出的育种目标。此外，关于减少人力、物力和能源的消耗以降低生产成本，也成为育种目标中日益受到重视的课题。

1. 抗性育种：

包括抗病、抗虫以及抗旱、抗寒、抗盐碱等，以抗病虫更重要。由于国际间引种工作的广泛开展，加重了病虫害的蔓延，复种指数的提高，实施密植和增施化肥等技术改革，也使作物病虫害增加。化学农药的长期使用，筛选了抗药性更强的突变型或“生理小种”，并增加了农药残毒对环境污染的压力，对人类健康造成很大的威胁。除了在病虫防治方面开辟新的途径之外，人们特别寄希望于抗病虫品种及免疫品种的选育，以保证高产、稳产，减少环境污染，并降低生产成本。近年来国外在抗病虫育种方面取得了显著进展，例如国际水稻研究所自 1971 年以来先后育成的“IR—26”至“IR—36”能抗稻瘟病、病毒病、白叶枯病、稻飞虱、稻叶蝉、二化螟等多种病虫害。苏联第五次更换棉花良种，几乎全部换为抗病品种。此外，国际上的抗病虫育种已由过去的“垂直抗性”向“水平抗性”发展，特别注意多抗性及抗病、抗虫相结合。

我国在抗病虫育种方面虽已取得不少成果，但与

世界先进水平相比尚有一定差距。为了赶超世界水平，今后需要从以下几方面着手：广泛搜集国内外的抗源品种和野生种，建立抗病虫的“种质库”；利用现代化的人工气候室加速进行病虫的人工诱发和鉴定；努力寻求作物本身能抑制病虫生长的化学物质（植保素），并加以模拟仿制（例如棉株中的棉毒素对棉铃虫、红铃虫有毒）；大力研究人工免疫和人造抗病性的技术，例如体细胞杂交和基因工程等。

2. 株型育种：

为了适应水肥条件的不断提高，并使作物能够抗倒伏、适于密植和机械操作，因而对作物株型提出了新的要求。它集中地反映在株型由高秆向矮秆或半矮秆方面转变。不论小麦、水稻、玉米、棉花……无不如此。某些蔓性蔬菜（番茄、黄瓜、豆类）也在向“矮”字发展，就连高大的果树也十分重视矮化砧、矮化品种及“短枝类型”（spur type）的选育。我国选育的矮秆水稻“矮脚南特”和“广场矮”等是这一领域的先趋性工作。国际水稻研究所利用我国台湾省的矮源“低脚乌尖”育成了高产水稻品种“IR—8”等著名品种，此后世界各国在许多作物上广泛开展矮秆育种的工作，墨西哥育成的矮秆玉米（株高1.2—1.5

米)，每亩密度 8,666 株，亩产 2,100 斤，最高可达 2,400 斤。此外，与矮秆相配合，在株型上还提出植株紧凑，叶量较少，叶窄小而较挺直，且分布均匀，透光良好等新的要求。

3. 生理育种：

不仅从作物外部形态特征上，而且要深入到作物内部，对其生理、生化特性进行研究，来提高作物的产量、品质、抗性和改变成熟期等。目前研究的重点是以提高光能利用为中心的生理育种和选育能够综合利用的作物品种（例如把高粱育成粮、糖兼用的作物，把棉花育成棉、粮、油综合利用的作物）。

为了提高光能利用率，要求选育叶厚，色浓，叶绿素含量高，光合效率高， CO_2 补偿点低，光呼吸低……以及“对光的不敏感性”等。墨西哥在培育小麦品种的过程中，把杂种一、二代种植在纬度相差 10 度，海拔相差 2,600 米的地方，培育对日照长短和播种期不敏感的品种，以扩大适应性。因此，墨西哥小麦适应性特强，已在世界五大洲二十多个国家推广数亿亩，并带来了大幅度的增产。

4. 品质育种：

在高产育种获得新的突破以后，国际上对品质的

重视程度甚至有超过产量的新趋势，尤其是注意提高蛋白质含量和“氨基酸平衡”(特别是提高赖氨酸和色氨酸的含量)。为此，国外曾对大量育种材料进行品质鉴定，例如美国曾分析了12,613个小麦样品，找出500份材料蛋白质含量超过17%；国际水稻研究所测定了7,760个水稻品系的蛋白质含量。在玉米方面的突出进展是“奥帕克—2”和“弗洛里—2”基因源的发现，用它们进行杂交转育使玉米胚乳内赖氨酸、色氨酸的含量比一般杂交种提高50%以上。例如美国育成的玉米种“U—24”，蛋白质含量达20%，赖氨酸含量达5%，比一般玉米各高出一倍。苏联和罗马尼亚已育成含油率高达50—52%的向日葵一代杂种。在棉花方面，各植棉国对纤维品质十分重视。对蔬菜、水果的育种，则十分重视提高糖分、维生素、干物质等的含量和改进加工贮运品质，以及选育某些品质优异的无籽果实。

5. 熟性（成熟期）育种：

随着耕作制度的改革、复种指数的提高和作物的向北推进，早熟育种成为国内外普遍重视的课题。我国近年来育成的稻、麦、玉米、大豆、高粱等新品种都重视早熟性。对于蔬菜、水果的育种，则更以早熟

育种为重点，结合选育中熟、晚熟等不同熟期的配套品种，以利于周年均衡供应，并降低产品贮运的费用和损耗。

6. 适于机械化操作的品种选育：

为了实现机械化操作（耕作、施肥、灌溉、喷药、采收、分级、加工……）必须有与之相适应的品种，这类品种一般要求具有矮秆、直立、株型紧凑、抗倒伏、整齐一致、成熟集中等特点。例如国外选育的适于密植机收的棉花新品种，株型紧凑矮小，叶片小，早熟，吐絮期集中。矮秆、直立、无支架栽培、成熟集中等性状，对管理费工的蔬菜作物尤为重要。美国曾花了十一年时间育成一种番茄新品种，能同时成熟，可用机器一次收完，果实成熟后可在株蔓上保留较长时间，故收获时间可以灵活，此外其果皮和果肉比较坚实，不会因机器操作而损伤。

（二）大量征集和科学保存育种原始材料

扩大用于基因重组的基因源，以增加育种成功的机会，是现代育种的重要特点之一。例如墨西哥小麦的选育者，广泛收集和采用了来自日本、澳大利亚、哥伦比亚以及其他国家的小麦。近二十年来，许多国家和一些国际研究机构都广泛开展了原始材料的大量