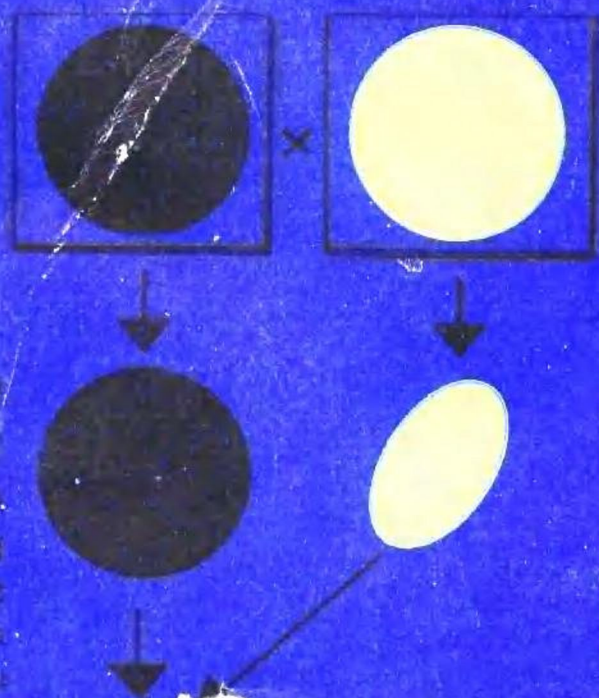


● ZUOWU YUZHONGXUE

作物育种学

● 高等学校试用教材

● 郭平仲 金清波 等编



高等学校试用教材

作物育种学

郭平仲 金清波 周希澄 合编
张金栋 张世良

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

上海中华印刷厂印装

*

开本 850×1168 1/32 印张 14.625 字数 351,000

1987年9月第1版 1987年9月第1次印刷

印数 00,001—4,140

ISBN 7-04-000226-4/Q·15

书号 13010·01485 定价 3.00元

前 言

作物育种学是研究农作物新品种选育、鉴定、繁殖和推广的理论基础、工作程序和应用技术的一门学科。随着我国农业现代化的进展,农业生产水平不断提高,对作物育种、良种繁育和有关种子工作的科技知识的需求日益迫切。为适应农业发展和农业技术人才培养的需要,培养师资和编写教材是两个重要环节。本书正是应各类师范院校开课和农业师资培养的需要而编写的。

本书是高等师范院校《遗传学》试用教材的续篇,主要讲述育种的遗传学原理、程序和方法。全书共分十四章,系统介绍育种目标、原始材料、选择、杂交和杂种优势利用;诱变、倍数性育种及其他常用育种方法的原理与方法;同时对于抗病育种、良种繁育、常用试验设计和数据的统计分析方法等,也都有较为详细的阐述。编写过程中,在照顾学科的完整性和系统性的同时,注意到师范院校的教学特点,力求基本概念清楚,条理分明,语言通俗易懂,并配合较多图表、实例,以便提高教学效果。

本书内容简繁适度,程度深浅居中,适用于师范院校高年级学生选修课《作物育种学》的教材,师范专科学校《遗传学》课程中有关育种部分的教科书,各类农业技术学校、农业中学、职业高中有关师资培训的教科书,也可用作有关学校的教材、教学参考书以及有关专业技术人员和知识青年的自学参考书。有些院校如果课时有限,可略去带星号(*)的部分章节,而不致影响全书的系统性。

本书由北京师范学院生物系郭平仲、张金栋和河南师范大学生物系周希澄、金清波、张世良等同志编写而成。其中绪论由周希

澄编写,第一、二、三、四、五章由张金栋编写,第六、七、八章由金清波编写,第九、十二、十三、十四章由郭平仲编写,第十、十一章由张世良编写。并由周希澄、郭平仲统稿,进行适当修改审定。编写过程中有关组织联系工作,主要由张金栋承担。

由于编者水平有限,加之时间仓促,谬误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

1986.11

目 录

前言	1
绪论	1
第一章 育种目标与品种资源	1
第一节 育种目标	1
第二节 品种资源及其分类	9
第三节 作物的起源中心	14
第四节 我国主要作物的品种资源	17
第五节 品种资源的搜集、鉴定、保存和利用	24
复习题	31
第二章 引种	32
第一节 引种对生产的意义	32
第二节 引种的理论依据	36
第三节 引种原则与引种方法	44
*第四节 植物的引种驯化	49
复习题	51
第三章 选择育种	52
第一节 选择育种的一般原理	52
第二节 选择原则与方法	62
复习题	84
第四章 杂交育种	85
第一节 品种间杂交育种	85
第二节 远缘杂交育种	101
第三节 杂种后代的培育及杂交育种程序	115
*第四节 体细胞杂交	119

复习题	125
*第五章 回交育种	126
第一节 回交育种的意义与原理	126
第二节 回交的方法与步骤	134
复习题	140
第六章 杂种优势利用	142
第一节 杂种优势利用的一般概念	142
第二节 玉米自交系杂交种的选育方法	151
第三节 雄性不育系的选育和利用	161
*第四节 自交不亲和性	176
*第五节 化学杀雄	180
复习题	182
第七章 诱变育种	183
第一节 辐射育种	183
第二节 化学诱变育种	196
第三节 无性繁殖植物的诱变育种	201
第四节 诱变育种的成就及其展望	203
复习题	207
第八章 倍数性育种	208
第一节 多倍体育种	208
第二节 单倍体育种	222
*第三节 非整倍体在育种上的应用	232
复习题	240
*第九章 抗病育种	241
第一节 病原菌与寄主	241
第二节 抗病性鉴定	250
第三节 抗病性遗传研究及其应用	255
第四节 抗病品种的选育	261
复习题	270

*第十章 其他育种方法	271
第一节 高光效育种	271
第二节 激光育种	279
第三节 无融合育种	285
第四节 遗传工程	292
复习题	309
第十一章 良种繁育和种子检验	310
第一节 我国的良种繁育体系	311
第二节 良种繁育	312
第三节 种子检验	322
复习题	331
第十二章 育种中的试验设计	332
第一节 试验设计的基本原理	333
第二节 试验工作程序	351
*第三节 正交试验设计	357
复习题	359
第十三章 简单试验的统计分析	361
第一节 试验数据的整理	361
第二节 常用统计数	367
第三节 显著性检验的原理	380
第四节 显著性检验的方法	391
复习题	405
第十四章 方差分析与关系分析	408
第一节 方差分析	408
第二节 直线相关与回归	428
复习题	443
附表(I—VIII)	446

绪 论

一、品种的概念

栽培植物都起源于野生植物。它是根据人类生活需要，经过长期的栽培、驯化和人工选择形成的，是人类劳动的产物。因此，任何农作物品种，虽然也属于植物分类学上的某一个物种或变种，但更重要的是应该理解，作为农业上重要生产资料的品种，首先在于它在生产和生活上的经济价值。一般来说，一个品种至少应符合下列四个条件。

(1)优良性 作为一个品种在良好的栽培条件下应该高产、稳产，具有良好的品质，生育期应适合该地区的栽培制度。

(2)稳定性 任何作物品种，在遗传上应该相当稳定，否则由于环境常常变化，品种不能保持稳定，优良性状不能代代相传，就无法在生产上应用和达到农业上的计划性。

(3)纯一性 品种在形态特征、生物学特性和经济性状上，应该基本一致，才便于栽种、管理和收获，便于产品的加工和利用。如果生长得参差不齐，成熟早晚不一，品质又彼此不同，就不能在生产上利用。

(4)适应性 品种必须适应种植地区的自然条件、耕作制度和生产水平。一个品种适应某一地区，但不一定适应另一地区，因为品种都是在一定的地区形成的。

综上所述，所谓作物品种是指适应一定环境条件，遗传性相对一致而稳定，并具有生产价值的某种作物群体。

二、作物品种在农业生产上的作用

优良的作物品种是农业生产中重要的生产资料，是扩大再生产的主要物质基础。它在农业生产上有下列几方面的作用。

(1)提高农作物的产量 解放后，由于耐高水肥的矮秆小麦品种的引进和育成，使我国小麦单产从平均 640 kg/ha (kg/ha 代表千克/公顷)，提高到现在的 2970 kg/ha，实现了全国大幅度的增产。玉米杂交种的育成，一般比普通品种增产 20~25%。我国育成的水稻矮秆品种和水稻杂交种的推广，使水稻产量由 1949 年平均 1890 kg/ha，提高到 1984 年的 5370 kg/ha。

(2)提高产品品质 最显著的例子是棉花纤维长度的增加。1951 年全国棉纤维平均长度只有 21 mm，以后，由于引进和育成一些优良品种，使棉纤维长度逐步增加，到 1963 年，全国棉花纤维长度平均已达 27 mm。目前大面积棉田的棉纤维平均长度已达 30 mm 以上。

(3)扩大作物栽培区 由于采用了抗寒性强、生育期短的粳稻品种，使我国的水稻向北扩展，在北方很多地区，不仅成功地种植了水稻，而且成为水稻高产区，甚至在北纬 50 多度的地方，也获得较好的收成。

(4)改革耕作制度、提高复种指数 在长江以南地区，采用了适当的早稻和晚稻品种，以及早熟的小麦、豆类、油菜或薯类品种，在单季改双季和一年三熟中，发挥了重要的作用。我国北方麦区，由于适当地采用了一些早熟小麦品种、晚熟的棉花和粳稻品种，成功地实现了麦棉套作或稻麦两熟，不仅促进了全年总产量的提高，而且还增加了细粮的产量。

(5)减轻或避免自然灾害 60 年代育成的一批小麦抗锈病品种，曾有力地控制了锈病的蔓延和危害。一批矮秆的水稻和小麦

品种的育成,抗御了暴风雨造成的倒伏,从而减轻了损失。

三、作物育种学及其任务

作物育种学是研究改良现有的农作物品种,培育农作物新品种的科学。目前,人们不仅从自然界或大田选择自然形成的优良类型,进一步育成新品种,而且还通过有性杂交、远缘杂交、杂种优势的利用、人工诱发基因突变,以及诱导多倍体和单倍体等途径来改变作物的遗传基础,从而培育出新的优良品种。

近年来,由于遗传工程的诞生和发展,使作物育种学展现出更加美好的前景。目前,人们正致力于不同物种间的细胞融合、单个染色体的分离和置换、基因的分离和转移,以及人工合成基因等更为先进和精确的技术,试图克服不同物种之间不亲和性的障碍,创造出植物分类学上崭新的物种。因此,现代的育种学被称为人工进化的科学是当之无愧的。

从上述不难理解,现代的作物育种学是一门高度综合性的应用科学。它的理论基础是进化论和遗传学,它和作物的栽培、生理、病虫害,以及农产品加工等学科有密切的关系,同时还涉及到植物分类、植物生态、微生物、生物统计、物理和化学等方面的知识。

四、我国作物育种工作的发展与成就

我国农业历史悠久,古代的育种及良种繁育经验是很丰富的。但是,在长期的封建统治下,作物育种工作的提高和发展受到极大的限制。解放前的近百年来,在帝国主义、封建主义和官僚资本主义的重重剥削和压迫下,广大农民无力从事品种的选育工作,群众的经验和智慧得不到提高和发挥,当时虽然也设立了一些农业研究机构,但多年来只选育出很少数的品种,而且也未能在生产上推

广应用。只有在全国解放以后,在党的领导下,作物育种工作才得到真正的发展,并取得很大的成就。

在建国初期,为了迅速解决广大农村对良种的迫切要求,1950年4月中央农业部就制订了《五年良种普及计划草案》,指导全国开展群众性的选种活动,进行了品种资源调查、征集、整理和研究工作,评选出一批地方良种供生产上利用。并且发现和培养了一批农民育种家,壮大了育种工作队伍。与此同时,党和政府对原有的农业研究机构大力地进行了整顿和充实,并且创建了一批新的农业研究机构,号召并组织了育种工作者参加群众评选良种的活动,促进了育种专业队伍与群众运动的结合。

1953年,我国开始了第一个五年计划,为适应大规模经济建设和农业合作化发展的需要,1954年中央农业部又召开了全国种子工作会议,制订了良种繁育制度,在全国范围内,进行了水稻、小麦、玉米、棉花和薯类等主要作物的区域试验,鉴定推广了大批良种,明确了它们的适应区域。例如,南特水稻、岱字15号棉花、南大2419小麦等,在大面积生产中都比原有品种增产10—15%。在推广已有良种的同时,还通过系统选择、品种间杂交、杂种优势利用等途径,相继选育出许多适应各地不同自然条件和栽培制度的新品种,如碧蚂一号小麦、矮脚南特水稻、新单一号玉米、长绒三号棉花、荆山璞大豆等优良品种,获得了很大的增产效果,从而使我国主要作物在50年代末已基本上良种化。

1958年,中央农业部根据党中央制订的《1956—1967年全国农业发展纲要》的精神,召开了全国种子工作会议,提出了“自繁、自选、自留、自用、辅之以调剂”的四自一辅方针。在这个方针指导下,各地逐步建立起县、乡(社)、村(队)三级良种繁育体系,负责各自地区的种子生产。不少乡(社)还建立了种子检验室和种子仓库,对我国的良种繁殖、推广和提高种子质量发挥了重要作用。

• 4 •

60年代是品种不断更新和更换,产量稳步上升的时期。新育成的冬小麦品种,如丰产三号、农大311、内乡五号等代替了感锈病的小麦品种。春小麦克系号、京红号、甘麦号、青春号等的育成,扩大了我国春小麦的栽培面积,提高了春小麦的产量。广东省育成的珍珠矮和广场矮,以及南方一些省相继育成的一批矮秆水稻品种,使得水稻单产突破了3000 kg/ha,把我国南方稻区的水稻产量提高到一个新的水平。玉米杂交种的种植面积,在60年代末期,约占全国玉米种植面积的1/3,有的单产高达6750 kg/ha。以高粱雄性不育系3197 A与我国优良农家品种杂交,先后育成的晋杂五号和忻杂七号等高粱杂交种在全国推广,一般比普通品种增产30—40%,亩产千斤(即500 kg)的田块不断涌现,增产效果十分显著。马铃薯的杂交种在内蒙古自治区,比一般品种增产一倍以上,高的可增产三、四倍,使单产由5000多 kg/ha,提高到15000 kg/ha左右。

70年代和80年代初期,我国的作物育种工作呈现出百花齐放的新局面。多种育种途径同时并举,相互结合,加之南繁北育加速繁殖速度,使我国的作物育种工作提高到更加先进、更加现代化的新水平。用辐射育种法育成的熊岳631水稻品种,单产达7500 kg/ha,比原品种增产20%左右。太辐10号小麦比丰产3号增产25%。棉花品种辐射一号比鄂光棉增产10%。小麦和黑麦的远缘杂交,产生的一个崭新的物种——小黑麦,在高寒山区显示出很高的抗逆性,在山区粮食生产上将起重要作用。用单倍体育种法,培育出的小麦品种花培一号,在区域试验中表现出非常整齐一致,目前正逐步推广。水稻方面,由于杂交稻的选育和推广,进入八十年代后,平均每年单产提高210 kg,全国每年增产稻谷达700万吨。同时,由于杂交粳稻面积的逐步扩大,对北方稻区的产量也起着愈加重要的作用。我国的一些科研单位,现在正试图用细胞融

合的方法培育崭新的物种,并应用于生产,这是把遗传工程用于作物育种的良好开端。

目前我国作物育种工作正在迈向现代化的征途。革命在前进,任重而道远,我们必须树雄心,立壮志,在党的领导下,坚持四项基本原则,运用现代科学技术,总结我国作物育种的经验和成就,创立具有中国特色的作物育种学,更好地为四个现代化,为社会主义建设服务。

第一章 育种目标与品种资源

第一节 育种目标

育种目标是育种工作首先要明确的问题。所谓育种目标，就是要选育出具备优良性状的品种。这些品种应具备的重要性状，叫做目标性状。例如根据生产发展的要求，要选育丰产早熟、矮秆优质的小麦品种，这就是小麦的育种目标，而早熟、丰产、矮秆等性状，就是育种工作的目标性状。育种目标决定着选用哪些品种资源，采用何种育种方法，它是人们预期培育新品种的蓝图，决定着能否育出符合当地需要的优良品种。因此，正确地制定育种目标，是育种工作成败的关键之一。

由于不同地区的自然条件、经济状况，以及农业生产的水平和特点不同，因此，即使同一种作物，在不同地区的育种目标也不一样。至于各种不同作物的育种目标就更不同了，如粮食作物、纤维作物、油料作物等的育种目标，都各有自己的特点。尽管如此，但在制定育种目标时，还是有以下必须注意的共同原则。

(一)要适应当地的自然条件、栽培条件及经济要求

任何一个品种，只有在当地能够高产、稳产并保证一定质量时，才能满足生产的要求。品种要获得高而稳定的产量，就必须适应当地的自然条件和栽培条件，但不同地区的自然条件和栽培水平不同，影响各种作物品种高产、稳产的不利条件也不同。因此，就必须了解当地的生态条件，找出限制高产、稳产的主要因素，明确影响品种高产、稳产的原因，以便针对这些问题选育相应的优良品种。例如，华北北部冬季比较寒冷，越冬作物应选育抗寒性强的

品种;沿海多风地区,应选育秆硬秆矮的抗风品种;某些病虫害严重的地区,要选育相应的抗病虫害品种等。

(二)育种目标要分清主次,明确具体

一个优良品种,一般应具有丰产性好,抗逆性强,适应性广,品质优良和适于机械化作业等特点。每个特点,都是由多种性状综合作用的结果。例如,小麦和水稻的丰产性是由单株生产率和群体生产率决定的,单株生产率又是由每株穗数、每穗粒数和千粒重决定的。群体生产率除和单株生产率有密切的关系外,还要受株型等性状的影响,因此,在制定育种目标时,要涉及许多目标性状,这就要分清主次和轻重缓急,集中主要精力解决主要的目标性状,选出在主要目标性状上符合育种目标的品种,绝不能追求十全十美的品种,实际上,这样的品种是不存在的。其次,育种目标要明确具体,对育种目标不但要落实到具体的性状上,而且要制定出适当的标准。例如,培育矮秆品种时,要订出高矮的尺度,培育抗病品种时,要确定抗什么病,是免疫、高抗等级别。

(三)育种目标要把长远和目前的要求结合起来

品种的选育不但要适合当前的生产水平,而且要预计到今后生产发展的需要。因为一个优良品种从开始选育到大面积推广,往往要经过几年甚至十几年的时间,所以,按当前生产要求制定的育种目标,经过几年后产生的新品种,常因不能满足生产发展的要求而被淘汰,因此,制定育种目标时,要考虑若干年后农业现代化和农业机械化的发展水平。例如,随着农业现代化的逐步实现,耕作水平和对品种的要求会逐步提高,这就需要选育更为高产、优质的品种,随着农业机械化的逐步实现,对品种也会提出适宜机械化作业的要求,如大豆的结实部位较高,不易裂荚;小麦的抗倒伏,抗落粒性;棉花的结铃集中,开铃时间一致等。

总之,育种必须加以综合考虑,既要符合当前生产需要,又要

符合今后生产发展和技术发展的需要，既要重视改进某一重要性状，也要注意改进其他与产量有关的各种性状，这样，育出的品种才是比较理想的。

第二节 品种资源及其分类

作物的品种资源，实质上是各品种的种质资源，因此，在不少的教科书中，已用种质资源代替了品种资源。种质资源(或遗传资源)是各种栽培作物和野生植物的总称，也就是它们所含基因的综合，所以种质资源又称为基因资源。国际上常把备有各种基因资源的各种材料概称为“基因库”。意思是可以从中提取研究与利用所需要的基因。育种的原始材料是指育种中已经利用或准备利用的种质资源，所以，原始材料仅是种质资源中的一小部分。

一、品种资源工作的意义

当育种目标明确后，首先的工作就是从品种资源中准确地选取具有目标性状的原始材料，但是，这些材料的获得取决于掌握品种资源的广度和对其研究的深度，因此，品种资源是决定育种成败的重要因素，因为它是育种工作的物质基础，有了丰富的物质基础，才能培育出优良的品种。

品种资源在育种工作中的重要性早已被大家所认识，概括起来主要表现在以下几个方面。

(一)现代化的农业生产，对育种工作提出了越来越高的要求，要求新品种在丰产性，抗性和品质等方面都有较大的提高，因此，育种工作者希望得到更多、更好的品种资源作为育种的原始材料。事实证明，育种的突破性成就，决定于关键性基因资源的发现和利用。例如，50年代，由于利用水稻矮脚南特和矮子占的矮秆基因资

源,从而育成了一系列丰产的矮秆品种,使我国首先在水稻矮化育种上作出了贡献;60年代,国际水稻研究所利用我国台湾省的水稻品种低脚乌占的矮秆基因资源,育出了一系列矮秆高产的优良品种,如IR₈、IR₃₆等,其中IR₈被称为“奇迹稻”;位于墨西哥的国际玉米,小麦研究中心,利用日本矮秆小麦品种农林10号的矮源,育成了一系列矮秆丰产的小麦品种,对此,他们称为“绿色革命”;1964年,美国利用农林10号的矮源,育成的根斯(Gaines)和纽根斯(Nugaines)矮秆丰产品种,创最高亩产940 kg纪录。我国在广东省崖县的野生稻中,发现了雄性不育的细胞质基因,将它导入栽培品种,使我国在水稻杂种优势利用上走在世界的前列。历来抗病育种的显著成就,关键都在于发现和利用相应的抗病资源。50年代,美国大豆的囊线虫病对大豆生产造成了严重威胁,由于利用了原产于中国黑豆“北京”抗囊线虫病的基因资源,育成了很多抗囊线虫病的新品种,控制了大豆囊线虫病的危害。近年来,在谷类作物中,发现了赖氨酸的高含量基因资源,如玉米的“奥派克-2”,大麦的“高蛋白”品种等,这些基因资源的利用,将预示着禾谷类作物的品质将有重大突破。

(二)尽管种质资源对育种工作十分重要,但是,由于推广新品种或杂交种,使得很多老品种(特别是地方品种)逐渐被淘汰,致使长期通过自然选择和人工选择而形成的某些重要的基因资源大量丢失,因而,必须注意搜集和保存。例如,据50年代初统计,在美国的品种资源中,98%的三叶草、95%的大豆、80%的燕麦的基因资源丢失了。苏联的小麦基因资源,因战乱丢失的数量也是惊人的;我国各种作物的基因资源,也都有严重丢失的现象。

(三)由于大规模的开垦荒地,改变生态环境,使得许多有用的植物资源(包括一些作物的近缘野生种)日趋稀少,有的甚至濒于灭绝。但育种实践证明,一些古老的品种以及栽培作物的近缘野