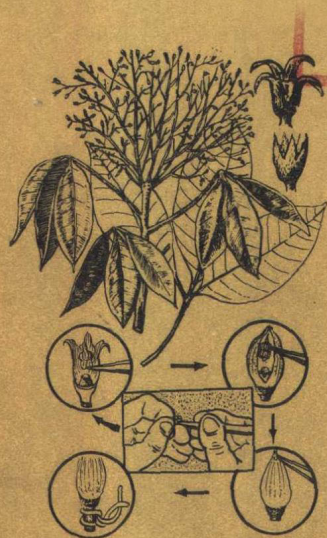


全国高等农垦院校试用教材

作物育种原理与 橡胶育种

华南热带作物学院 主编



中国林业出版社

全国高等农垦院校试用教材

作物育种原理与橡胶育种

华南热带作物学院主编

全国高等农业院校试用教材

作物育种原理与橡胶育种

华南热带作物学院主编

中国林业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 昌黎印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 19印张 434千字

1980年12月第1版 1982年12月昌黎第3次印刷

印数 3,501—5,800册

统一书号 16046·1020 定价 2.00元

出版说明

1977年8月，全国农林院校教材会议确定编写本教材，以适应热带作物栽培以及与之有关专业的教学需要。考虑到该专业的培养对象既要有橡胶等热带作物的育种知识，也需要有比较广泛的育种基础理论知识，故本教材分为上、下两篇。上篇为作物育种原理，主要参考全国作物育种学统编教材（审查稿）及华北农业大学等四个单位合编的《植物遗传育种学》编成；下篇为橡胶的选育种。关于剑麻、油棕、椰子、咖啡等其他热带作物，由于我国目前栽培面积还不小，故仍用《热带作物栽培学》来讲授，未专门列入本教材，待将来有条件时再作补充。

本教材是在华南热带作物学院、华南热带作物科学研究院副院长黄宗道同志主持下由华南热带作物学院热带作物栽培系遗传育种教研组负责编写的，其中主要负责编写的有刘乃见、凌绪柏、孔德鸾、邢福浓等同志，还有广西热作分院赖焯昌同志。参加审稿的有广西农学院热作分院陈又新，广西农垦局生产处孙超，广东农垦保亭热带作物研究所区晋汉，湛江农垦化州橡胶研究所丘蒙，海南农垦文昌橡胶研究所杨成龙、吴委，湛江农垦徐闻橡胶研究所黄锡鏊，南俸农场莫培东，大丰农场姜天民，华南热作研究院粤西试验站郭森元以及华南热带作物学院热带作物栽培系潘衍庆，华南热带作物研究院橡胶研究所育种研究室郑学勤、吴运通、王泽云等同志。提供书面审查意见的有广东农垦总局科研处徐广泽，华南热带作物研究院橡胶研究所刘松泉，海南农垦局生产处邓鸣科，大岭农场林培基等同志。此外，华南热带作物学院植保系范广业，华南热带作物研究院植保所郑冠标、张开明等同志对抗病育种提出了宝贵意见。华南热带作物学院热带作物栽培系植物教研组郑坚端同志对有关章节也提供了宝贵意见。本教材的插图主要由邢福浓及石秀梅同志绘成，全书照片除海垦1、辐矮1号由文昌橡胶研究所提供，海垦2、海垦3号等由保亭热带作物研究所提供外，主要由华南热带作物研究院情报研究所摄影室杨镁同志拍摄。

由于我们的水平有限，尤其是关于农作物的育种没有很多的实践，因而错误和缺点在所难免。我们准备经过几年的教学实践后，再加以补充修改。

本教材除供热带作物栽培专业及有关专业作为教材使用外，还可供橡胶热作垦区的技术人员参考。

1979年10月

目 录

绪论	(1)
----	-----

上篇 作物育种原理

第一章 育种目标	(6)
第一节 现代农业对品种的要求	(6)
第二节 确定育种目标的根据	(11)
第二章 植物的繁殖方式与育种	(12)
第一节 无性繁殖	(13)
第二节 融合生殖	(14)
第三节 无融合生殖	(20)
第三章 种质资源和引种	(24)
第一节 种质资源	(24)
第二节 引种	(31)
第四章 选择育种	(35)
第一节 选择育种的一般原理	(36)
第二节 选择的基本方法	(39)
第三节 提高选择效果应注意的问题	(48)
第五章 有性杂交育种	(49)
第一节 杂交亲本的选配	(49)
第二节 杂交方法	(51)
第三节 杂交技术	(52)
第四节 杂交育种程序	(54)
第五节 杂种后代的处理	(55)
第六节 加速育种进程的途径	(62)
第六章 回交育种	(63)
第一节 回交的概念与原理	(63)
第二节 回交的方法与步骤	(68)
第七章 杂种优势的利用	(74)
第一节 杂种优势的概念和利用简况	(74)
第二节 杂种优势的生理代谢特点和杂种一代的性状表现	(76)
第三节 不同繁殖方式作物利用杂种优势的特点	(78)
第四节 配合力的测定	(80)
第五节 杂种优势的利用途径	(82)
第六节 三系两田制种法	(85)

第七节	三系选育与杂种优势固定	(88)
第八章	远缘杂交育种	(94)
第一节	远缘杂交的概念与作用	(94)
第二节	远缘杂交不孕的原因与克服方法	(96)
第三节	远缘杂种夭亡和不育的原因与克服方法	(98)
第四节	远缘杂种后代的分离鉴定与选择	(103)
第五节	远缘杂交的前景	(106)
第九章	倍性育种	(110)
第一节	植物的多倍体	(110)
第二节	多倍体育种	(112)
第三节	单倍体育种	(117)
第十章	诱变育种	(123)
第一节	诱变育种的特点	(124)
第二节	辐射诱变	(124)
第三节	化学药剂诱变	(130)
第四节	诱变育种中材料的选择和后代选育	(133)
第五节	无性繁殖植物的诱变育种	(135)
第六节	有关诱变育种的一些问题	(136)
第十一章	抗病育种	(140)
第一节	植物的抗病性	(140)
第二节	病原物的遗传与变异	(143)
第三节	寄主抗病性的遗传	(147)
第四节	抗病品种的选育	(149)
第五节	品种抗病性的丧失	(154)
第十二章	无性杂交	(157)
第一节	无性杂交的概念及事例	(157)
第二节	获得无性杂种的条件	(160)
第三节	无性杂种的遗传表现	(161)
第四节	体细胞杂交	(162)
第五节	无性杂交的争论和展望	(167)
第十三章	良种繁育	(170)
第一节	良种繁育的任务和体制	(170)
第二节	品种的防杂保纯和防止退化	(171)
第三节	良种繁育的程序与方法	(173)
第四节	种子检验	(175)

下篇 橡胶育种

第十四章	概论	(183)
第一节	国外橡胶育种的进展	(183)
第二节	我国的橡胶育种工作	(186)

第十五章	巴西橡胶树的种质资源与引种	(189)
第一节	巴西橡胶树的种质资源	(189)
第二节	巴西橡胶树的引种	(204)
第十六章	有性杂交育种	(209)
第一节	杂交育种的地位	(209)
第二节	巴西橡胶树的主要性状在杂交中的表现	(211)
第三节	杂交亲本的选配	(222)
第四节	杂交技术	(224)
第十七章	杂种后代的选择和利用	(232)
第一节	杂种后代的选择方法	(232)
第二节	杂种后代的利用	(244)
第三节	砧木、“三合树”树冠及茎干的选择	(248)
第十八章	品系试验与推荐	(253)
第一节	品系试验程序	(253)
第二节	试验区的设计	(256)
第三节	试验鉴定	(258)
第四节	品系推荐	(262)
第五节	巴西橡胶树的良种繁育	(264)
第十九章	巴西橡胶树无性系的形态鉴定及主要无性系的特征特性	(266)
第一节	形态鉴定的部位	(266)
第二节	形态鉴定的方法	(271)
第三节	主要无性系的特征特性	(272)
第二十章	抗病育种与其他育种方法的应用	(286)
第一节	抗病育种	(286)
第二节	花药单倍体植株诱导与其他组织和器官的培养	(289)

绪 论

一、“种”在农业生产中的意义

这里所指的“种”是人工培育出来的，农业生产上所使用的各类品种的总称，与植物分类上的种、亚种、变种和类型是有区别的。植物分类上的种、亚种、变种以及类型都是处于自然选择状态下的野生植物，其特征特性大多不合人类生产的要求，没有直接用作农业生产资料的价值，只能当作育种原始材料来使用。而育种学和农业生产上所指的“种”的概念是：人类根据生产的需要，将野生植物进行长期改造、培育和定向选择，使其经济性状逐代符合人类的要求，能稳定地遗传，并在一定的自然条件和栽培条件下表现一致的新的植物群体。所以简单地说：“种”是人类劳动的产物，是广为栽培的农业生产资料，是各类品种的总称。

要阐明“种”在农业生产中的意义，必须把它放在农业生产的各项因素中来加以衡量。

“种”是农业生产能取得高产、稳产、质优、便于机械管理和复种与扩种这个综合效果的内因，其他如自然条件和栽培措施等因素都是外因，外因只能通过内因而起作用。现举例如下：

(一) **高产** 巴西橡胶的原始实生树亩年产干胶20公斤左右。随着高产品种的不断出现，现在已接近亩年产200公斤。我国近几十年已将水稻、小麦和棉花等主要农作物的品种普遍更换2—3次，特别是杂种优势的利用，亩产也增加一倍以上。这些增产效果虽然离不开栽培措施的改善，但品种的高产潜力是必不可少的内因。

(二) **稳产** 现有的抗性品种在农作物的稳产上已起到很大的作用。如抗各种锈病的小麦品种，抗枯黄萎病的棉花品种，抗大、小斑病的玉米品种均能有效地控制这些病害的发生。各种禾谷类的矮秆品种能在高水肥条件下丰产不倒伏，并有利于机械收获。高粱能高度抗旱、耐涝、耐碱、耐瘠，使这些恶劣的自然条件减产不多。小麦抗吸浆虫的品种6028，在关中低湿区就杜绝了吸浆虫的为害。巴西橡胶已有抗多种叶病的品种，使病区恢复了生产。我国自选的抗风、耐寒品种，也能在10级台风、 -1°C 、辐射低温条件下基本上正常产胶。

(三) **质优** 如棉花纤维的断裂长度，原高产品种徐州1818为20.27千米，试纺21支纱的品质列为等外一级，而岱字棉45A则是25.67千米，其21支纱属一等一级，产量也不低，因而受到欢迎。粮食作物目前也在高抗丰产基础上，注意高蛋白、高赖氨酸品种的培育。

(四) **便于机械管理** 禾谷类作物用机械收获，除要求品种在高水肥条件下不倒伏之外，还应具备不易落粒的特性。棉花的成熟期较集中，易人工脱叶的品种，才能采用机械收花。

(五) 便于复种与扩种 我国南方在水稻单季改双季、一年三熟的重大改革中,就要求有早熟高产、抗寒高产的品种配套。北方在间作、套种和一年两作的改革中,对品种提出了不同的要求。如生长期长的关中地区,在小麦、玉米套种制中,要求玉米品种是晚熟的,而在延安地区,因生长期短,则要求玉米品种是早熟的。如果没有这样的品种,改制就不可能进行。

在扩大种植面积方面,水稻的抗寒早熟粳稻品种能在北纬 50° 以上的高寒地区丰产,棉花的早熟品种关农1号等使我国棉区能向北延伸,巴西橡胶在国外栽培未越过北纬 14° ,而我国的抗寒品种在北纬 23° 左右能基本正常产胶,这些都是这方面的实例。

当然,我们在强调“种”的上述作用的同时,必须防止“品种万能”的片面性。事实上,上述优良品种都要有优良的外界条件才能表现其优良性状的。

二、作物育种学的发展简史

作物育种学的兴起和发展与当时的农业生产活动、社会形态以及有关科学技术的进步有着密切的关系。有人将作物育种的历史大致分为四个阶段:

(一) 育种技术的萌芽阶段(公元前1100年至公元1900年) 人类在这漫长的三千年中经历了奴隶社会、封建社会并进入了资本主义社会。在这阶段中,农业生产力虽有所提高,但总的说来提高很慢。劳动人民的实践经验与其他科学知识难以得到应有的提高和普及,所以长期来在育种上只有穗选等少数几种技术有文字记载。如我国周朝的《尚书》有“唐叔得禾,异亩同颖”。后魏的《齐民要术》有“习以性成”。清代的《格物编》有“丰泽园中,有水田数道,布玉田谷种,岁至九月始获登场,一日循行阡陌,时方六月下旬,谷穗方颖,忽见一科上出于众稻之上,实已坚好,因收藏其种,待来年验其成熟之早否。明六月时,此种果先熟,从此生生不已,岁取千百。”说明我国劳动人民是育种技术中穗选的创始人。尔后欧洲人1824年选出的小麦、燕麦新品种,用的也是株选法。有关理论如植物细胞学的知识,在十九世纪初即已提出。达尔文(Darwin)的《物种起源》也在1859年问世,孟德尔(Mendel)的《植物的杂交试验》于1865年即告完成,恩格斯(Engels)的《自然辩证法》亦于1874年出版,但均未能作为育种理论基础得到应有的重视。

(二) 育种理论的萌芽阶段(1900—1920) 孟德尔定律在资本主义为推动农业生产需要中于1900年被重新发现,继之有杜弗里(Hugo de Vries)的突变论(1901)、约翰生(W. L. Johannsen)的纯系说(1903)、沙尔(Shull, G. H.)等关于玉米的杂种优势(1914)及琼斯(Jones)关于显性理论(1917)等科学成果问世,为遗传学和育种学奠定了理论基础。特别是尼尔逊—爱尔(Nilson-Ehle)的小麦粒色遗传(1908),伊斯特(East)的玉米果穗长度遗传(1913),烟草花冠长度遗传(1916)被证明是数量性状遗传,以多因子学说代替了混合遗传论,并提出了研究数量性状遗传的试验设计与统计分析方法,使表型变异量能剖析成遗传变异量 and 环境变异量等组成部分,因而为统计遗传学打下了基础,并使数量性状的育种技术有了相应的理论指导。

(三) 育种理论与技术的发展阶段(1920—1960) 资本主义的进一步发展和医治二次大战创伤的需要以及我国的解放,都要求进一步发展农业生产力,因而推动了植物

育种学在理论和技术上较大的进展。如摩尔根 (Morgan, T.H) 基因论的发表(1928), 秋水仙素对细胞分裂的影响 (1934)、多倍体育种 (1937)、X射线诱致大麦的突变 (1928)、X射线剂量与玉米基因突变的关系 (1930)、麦类作物与野生种远缘杂交转移野生种中的抗病基因 (1921—1929)、育成小麦抗秆锈病的品系 (1930)、玉米雄性不育性的发现 (1933)、玉米花药单倍体育株 (1949)、芥子气及其他化学药品的人工诱变 (1946), 用辐射线为工具将山羊草的抗叶锈病基因转入小麦 (1956) 等研究成果的发表, 使育种理论得到了充实。在试验方法上有《亲子代间的生物统计关系》(1921)、《研究工作者的统计方法》(1925)、《生统遗传学》(1949) 等专著的出版, 以及1930年后关于田间设计、小区技术与方差分析的介绍和应用, 对数量性状育种的资料分析和遗传变量、遗传力、配合力等遗传参数的估算起到了理论指导和获得科学处理的作用。在育种技术上, 禾谷类的回交育种法 (1922)、玉米的聚合改良法 (1927)、测定玉米一般配合力的顶交法及推算玉米双交种产量的单交法 (1932)、玉米的轮回选择法(1945)、饲料作物的多重杂交法 (1948)、玉米的交互轮回选择法与配子选择法及大麦的复合杂交法 (1949) 等新的育种技术得到广泛的采用, 从而提高了育种效率。

(四) 育种理论上的深入与技术上的革新阶段(1960年起) 由于资本主义要挽救经济危机, 社会主义要实现农业现代化, 各个学科的理论 and 实验技术正处于日新月异的新时代, 从而推动着作物育种学的创新。在理论上细胞遗传、分子遗传、数量遗传、辐射遗传、遗传工程及统计数学、生物化学、生物物理学等学科的深入研究来提高育种学的理论基础; 在技术上有各种新设备, 如红外线蛋白脂肪测定仪、氨基酸自动分析仪、原子吸收火焰分光光度计、盘状电泳装置、电子顺磁共振波谱仪等分析仪器, 可以迅速而准确地测定各种微量物质和它们的作用, 有电子计算机处理大量试验数据, 有电镜红外接收器、全息显微照相可记录生物的生命活动等。这些成就使育种技术得到新的武装。在实践上已有组织和器官培养、花药和花粉粒培养、体细胞杂交、异源基因的转移与转导, 基因的人工合成等方面在低等植物上所取得的成就, 并正在真核植物的遗传工程上起基础和先锋作用。可见近二十年来植物育种学的发展在广度和深度上正在阔步前进。

三、解放后我国作物育种工作的主要成就

(一) 种质资源的搜集、研究和良种评选 1950年, 开始了全国性的整理地方品种和搜集各类育种原始材料工作。据1958年的不完全统计, 全国已搜集到的地方品种即有十一万份以上, 其中水稻四万二千份, 小麦二万三千份, 玉米一万一千份, 高粱一万四千份, 谷子二万三千份。虽然遭到“四人帮”的破坏, 目前从国外引进与原来保存下来的水稻、小麦品种仍在六万份以上。热带作物中, 就巴西橡胶而言, 在1950年海南岛刚解放时, 就开始了育种原始材料的普查工作。当时从一百零九万株胶树中, 选出高产树二千株进行了研究。1955年起, 又调查研究了几千株寒害和风害树, 选出了抗寒、抗风材料。橡胶良种海垦1, 五星I₃, 天任31—45等就是先后从这批材料中选出来的。在农作物方面, 现已推广的水稻良种老来青、黄壳早甘日, 小麦良种平原50麦、扁穗麦等也是从早期搜集的这批材料中选出来的。

从国外引进的品种中选出的推广品种也不少, 如小麦有阿勃、阿夫, 玉米自交系有

C103、杂交种有维尔156，棉花有岱字15、岱字16，高粱有3197A 雄性不育系，小麦有提型不育系等。巴西橡胶无性系也有PB86、PR107、GT1、RRIM600等十多个。

(二) 新品种的选育 据1960年不完全统计，我国选育的农作物新品种已达千个以上。橡胶新无性系也有十多个用于生产。1972年全国评选出早熟、高产和抗性强的粮、棉、油新品种共达479个。水稻矮秆品种矮脚南特(1956)、广场矮(1959)、珍珠矮(1961)的相继育成，揭开了国际上矮化育种史的第一页。小麦矮丰3号、玉米矮154自交系、风光72号、成矮1号均在生产上获得增产。

抗病育种在水稻方面有抗稻瘟病和白叶枯病的窄叶青、湘矮早9号、蜀丰2号，棉花有抗枯黄萎病的陕棉4号、陕棉401等，玉米有抗大斑病的自交系自330、武105和杂交种丹育6号、陕单1号等，小麦也有抗不同生理小种的新品种，故能有效地控制条锈、秆锈的为害。

由于以上两项成绩的取得，我国农作物已在1960年左右，即在建国后十年内就实现了良种化。橡胶生产也自1962年以后大量引入了国外优良无性系，并全面推广了橡胶良种。

(三) 育种理论和方法的研究 应用现代科学技术成就来提高育种理论与改革育种方法是一项不能间断的工作。有关阶段发育、数量性状遗传、远缘杂交、诱变育种与改革育种程序等研究，五十年代和六十年代初，虽已有较为突出的成绩，但此后十年进展不大，而杂种优势利用、组织和花药培养则在近几年来进展较快。

在粮、棉、油、麻等一年生植物方面，其阶段发育已进行全面研究，为育种、引种与推广新的耕作制度打下了很好的基础。

在粮、棉、油、烟草等数量性状遗传方面，已对株高、生育期、各种产量性状及抗性、品质等进行了遗传力、配合力多个遗传参数的测定，为杂交亲本选配、杂种后代选择与利用提供了科学依据。

在远缘杂交方面，对杂交不孕、杂种夭亡与不育性的遗传机理进行过研究，提出了克服的方法并育出了一些远缘杂种。现已推广的有小偃麦、小冰麦，特别是八倍体的小黑麦3号在我国西北、西南等高寒地区种植的效果很好。

利用诱变育成的新品种以小麦较多，如新曙光1号表现早熟、高产、抗病性强，还有太辐号、鄂麦6号等近30个品种推广于生产。水稻辐陆早1号具有矮秆、早熟、抗稻瘟病及高产等特点，大豆有黑龙5号，棉花有辐射1号等。

多年生的巴西橡胶树以往的育种程序为单点三级试验，需时在20年以上，现改为苗圃预测后进行一次多点系比的程序，约可缩短到15年左右。农作物的异地加代，也可缩短育种时间一半。

杂种优势利用。高粱、玉米已总结出了三系配套的规律。小麦已选出穗大、粒多、粒重、矮秆、抗逆性强的不育系并配套齐全。棉花和小谷类均已接近三系配套。特别是水稻通过全国大协作，在近七年内已取得各地区多种三系配套的丰硕成果，1977年共推广三百五十万亩，最高亩产可达1500斤，在国际上居于领先地位。

组织与花药培养。培养基改革已在高效(N_0)和简化(以马铃薯代琼脂，某些大量元素以化肥代试剂)方面取得成功，培养对象已遍及近四十种农作物和林木，首次诱导成功单倍体的植物就达十多种，特别是难度较大的水稻、小麦、巴西橡胶树均在其内。

对单倍体的加倍、保存和移植技术均有创新，将单倍体与杂种优势利用、远缘杂交、辐射诱变相结合已获得可喜的苗头。对小孢子的发育途径、单倍体植株细胞学、组织学、遗传学的鉴定，以及各种植物组织和器官与花粉粒的培养均已取得较好的经验等等。这些都是近年来赶上或达到世界先进水平的项目。

(四) 品种推广的区域化 农作物的品种推广已在全国分别自然条件、耕作制度的不同，作出了各地区推广品种的初步规划，建立了各自的育种机构和种子公司。巴西橡胶品种的推广已在环境类型大区分设研究所或育种站，各农场已掌握了场内环境类型小区的划分标准，认识到品种推广中多品种搭配、对口上山是必要的。

总的说来，解放后，在党的领导下，育种工作的成绩是显著的。

四、作物育种学的任务

前面已将我国植物育种工作的成绩作了简单的归纳，其中有些方面还走在世界的前列，但若与国外先进水平相比，其差距也是较大的。就育种工作本身来说，我们对部分作物的宏观性状的遗传规律尚不清楚，对多数作物的微观遗传机制、生理生化机理等还有待着手研究，因而所用的育种材料与方法不够科学，所依据的测试手段不完善。此外，种质资源工作很薄弱。除水稻、小麦、玉米较有基础外，全国统一的种质资源中心才刚刚建立，隔离检疫中心也不完备，有组织有计划地搜集、研究工作很不够，致使育种工作不能得心应手、有的放矢地来利用育种原始材料。最后是良种繁育体制还要继续整顿，只有把各级种子工作单位的力量和责任强化以后，才可杜绝各种忙乱情况中发生的错误和浪费。

针对我国的具体情况，植物育种学要更好地承担起下列任务：

(一) 提高基础理论 国家一级的农业研究中心与重点农业院校应把地区专业机构及大专院校组织起来，定期协调科研计划和育种任务，经常组织交流、有计划地引进新技术、新设备、新品种、分层次地培训人员，提高基础理论，传授新设备、新技术的运用知识。抓紧对各类作物主要经济性状的宏观遗传规律和微观遗传机制进行深入研究，加强育种工作的预见性。不断革新育种技术，缩短育种程序。

(二) 充实种质工作 由国家组织专业队通过各种渠道不断丰富种质资源，扩大搜集范围，严格隔离检疫，分头研究利用，为育种工作打好深厚的物质基础。

(三) 加速培育新品种 在杂交育种的基础上，综合利用各类育种方法，培育出高产、稳产、质优、便于机械管理和复种与扩种的当家品种和后备品种，以满足现代农业对品种的要求。

(四) 健全种子制度 由专业育种机构与种子工作单位协作，进行新培育和新引进品种的区域试验、品种审定、品种区划、良种繁育、种子检验、良种推广和提纯、复壮、调剂等一系列工作，使之符合推广品种良种化、良种布局区域化、种子质量标准化、种子生产专业化和加工机械化等要求。

主要参考文献

西北农学院等：作物育种学（全国统编教材审查稿），1979。

上篇 作物育种原理

第一章 育种目标

育种目标是指培育新品种所需要达到的目标或要求。它必须事先确定好，否则育种工作就很难取得良好的效果。

育种目标的一般内容是根据现代农业的要求而提出的，它包括高产、稳产、质优、便于机械管理和复种等几个方面。任何品种如在育种目标一般要求的各个方面是较好的，它就会在农业生产上具有较大的意义。

但具体作物在特定地区特定时期中的育种目标则应各有不同的侧重方面，并在各个方面也应有不同程度的要求。

第一节 现代农业对品种的要求

一、高产

高产是现代农业对品种的基本要求，也是育种目标的重要内容。由于任何作物的产量是受多个因素支配的，它既是品种各类遗传因素的综合表现，又是品种与外界条件共同作用的结果。因此，制订高产这个育种目标时，必须考虑高产的遗传性和适应性两个方面。

(一) 高产的遗传性 各类作物品种的高产遗传性大致可分为产量因素、理想株型和高光效三方面的内容。

1. 产量因素 农作物的产量是受多对基因控制的数量性状，一般认为构成高产的产量因素可看成是与产量有关的多个表型性状所组成。这些与产量有关的表型性状可根据数理统计来确定，也可根据长期的育种实践来选择，一般选用与产量关系最密切的2—3个表型性状来表示。粗放表达的公式为：

$$\text{理论产量} = (\text{性状}_1)(\text{性状}_2)(\text{性状}_3)$$

禾本科作物的产量因素一般是亩穗数、穗粒数和粒重，三者的乘积就是理论产量，即：

$$\text{理论产量} = \text{亩穗数} \times \text{穗粒数} \times \text{粒重}$$

据上式，由于品种本身产量因素的原因，获得最高产量的可能性就是品种的丰产潜力或丰产性。因此，高产育种在于提高品种的丰产潜力，育种目标就具体落实到这三个产量因素上。途径有三：

(1) 以增多穗数为基础，力争加大穗重，以提高品种的丰产潜力，选育多穗型品种。

(2) 通过增加穗粒数和粒重的途径, 提高品种的丰产潜力, 选育大穗型品种。

(3) 使品种的亩穗数、穗粒数和粒重同时并增, 提高品种的丰产潜力。

一般认为, 不同的高产类型适于不同的生态条件。例如选育冬小麦高产品种, 在少雨、寒冷、病虫害较轻的地区, 利于选育多穗型品种; 而多雨、温暖、病虫害严重的地区, 选育大穗型品种较好。但也有可能在同一地区通过不同的途径提高品种的丰产潜力, 例如山东省的小麦品种蚰包麦和毛颖阿夫都是高产品种, 前者属多穗型品种, 后者属于大穗型品种。随着水肥条件的不断改善, 一些地区的小麦育种有逐渐由多穗型向大穗型发展的趋势。

在丰产潜力达到一定水平时, 三个产量因素之间常呈现负相关关系, 即任何一项因素的加大往往伴随着其他因素的下降, 例如玉米品种穗粒数和粒重这种关系较为明显和常见。这时, 高产育种就要在分析现有品种产量因素的基础上, 找出薄弱环节, 打开缺口。例如, 玉米育种已往多着重大穗大粒, 对多穗注意不够。现在不少育种单位把适于密植和提高双穗率作为选育高产玉米杂种的主攻方向, 通过大幅度地增多亩穗数来提高丰产潜力。

2. 理想株型 近年来提出理想株型的概念, 它关系到形态特征和生理特性。就禾谷类作物来说, 目的是把一些理想性状结合到同一株上, 以便获得最有效的光能利用率, 和高效率地把光合产物转运到籽粒中去。合理的株型各种作物并不尽同, 但多涉及到株高、叶形、叶姿、叶色、叶的垂直分布, 以及分蘖和穗子的长相等。其主要特点是, 矮秆或半矮秆, 株型紧凑, 叶片挺直、比较窄短、色较深、茎叶夹角小等。这样的株型可避免或减轻郁闭、倒伏和病害, 提高光合效能, 并使光合产物运转协调, 保证高产。

对高产品种理想株型的提出是以高标准的栽培条件为前提的, 在水肥条件较差时不一定适用。另外, 各地生态条件不同, 优良株型的标准, 应从具体情况出发研究确定。

现代农业的栽培条件多属高肥、足水, 因此茎秆要有韧性, 根系发达, 特别是禾谷类作物要求矮秆和半矮秆, 这是抗倒伏而获得高产的重要因素。此外, 矮秆和半矮秆对充分利用水肥也是有利的, 即以作物在高水肥条件下的总光合产物减去其呼吸消耗作为生物学产量, 矮秆和半矮秆的养分运输距离短, 光合产物的呼吸消耗较少, 可提高生物学产量。又由于营养体组织较小, 生长所消耗的光合产物也相应地减少, 可使籽粒的经济产量增高, 故有较高的经济系数。

$$\text{经济系数}(\%) = \frac{\text{经济产量}}{\text{生物学产量}} \times 100$$

例如西北农学院(1973)在高水肥条件下的试验结果: 小麦高秆品种阿勃的经济系数为21.5%, 而矮秆品种矮丰3号则达30.9%, 其亩产比阿勃高34.6%。所以适当降低株高已成为产量因素的重要组成部分。但茎秆过矮亦不利于光合作用, 目前认为适宜的高度, 水稻是90厘米左右, 小麦是80厘米左右, 玉米是160厘米左右较好。其理想的株型各地尚在继续研究。

3. 高光效 在理想株型的基础上改善外界条件和增产措施, 要获得高产必须有高光效的生理特性才行, 因此要选育高光效的高产品种。高光效品种主要表现为有较强的光合能力以合成碳水化合物和其他营养物质, 并能将更多地转运到籽粒中去。这就涉及到

对光能的利用，光合产物的形成、消耗、积累和分配等生理过程，以及与这些生理过程有关的一系列形态特征，生理指标和个体与群体的关系等。因此，近代作物育种的一个重要发展趋势是：已不是一般地单纯考虑产量构成因素，而是同时重视以高产生理为基础的合理株型。

从高光效育种角度，可将决定产量的几个要素归纳为下式：

$$\text{产量} = [(\text{光合能力} \times \text{光合面积} \times \text{光合时间}) - \text{呼吸消耗}] \times \text{经济系数}$$

式中前三项代表光合产物的生产，减去呼吸消耗，即为通常所说的生物学产量。经济系数为经济产量与生物学产量的比值，它代表了光合产物的分配。从上式可以看出，一个高产品种应具有高光合能力，低呼吸消耗，光合机能保持时间长，叶面积适当以及经济系数高等特点。其鉴定标准是：形态特征有矮秆抗倒，叶片上举、色深、着生合理、互不遮光、保持绿叶时间长；生理特性有光补偿点低， CO_2 补偿点低，低光呼吸以及光合产物向籽粒的转运率高，对光照长度不敏感等。高光效育种就是根据这些生理特征特性进行选择。

(二) 高产遗传性的适应性 任何一个新品种虽然具备了上述各方面的高产遗传性，但如果它对外界条件的反应范围很窄，也就是适应性不广时，就不能在广大地区内获得高产效果，因此要求品种对自然条件、耕作栽培制度和生产水平有较高的适应能力。

品种要适应性广，就是要有较大的地区适应性和较广的栽培适应范围，在不同的气候和栽培条件下，都表现出高产的效果。例如，既适于在长江流域种植，又能够在黄河流域推广；在高肥条件下能耐肥不倒；在一般条件下能高产稳产；既是春播的良种，又是夏播的良种；既能在一熟制种植，又能作二熟制的品种等等。不同品种之间，适应性大小是存在很大差别的，例如以棉花为例，我国自育的两个推广面积最大的品种徐州1818只适宜在山东、河北的部分棉区和山西、河南、陕西的一小部分棉区栽培；洞庭1号也只推广到湖南、四川棉区。但岱字棉15号不仅在我国从广东到河北、从江苏到四川都适合种植，并且在世界其他植棉国家也曾有很大的推广面积。岱字棉16不仅在美国栽培面积很大，而且世界各植棉国也大面积引种。因此，应重视品种适应性的选择，使优良品种在广大地区发挥作用。一般趋势是，对日长不敏感或对低温不敏感的品种，适应性较广。在不同地区和不同季节播种，其生育期不因日长和温度的影响而发生很大的变化。

二、稳 产

具备高产遗传性的品种在其所能适应的地区内能否年年获得稳定的高产量，主要是由品种的抗逆性所决定的。

我国的自然条件各地不同，存在着风、旱、寒、涝、碱、瘠和不同的病虫害。一般农作物具有针对性的抗逆性是获得高产、稳产的保证。按具体地区来讲，风、寒、旱、涝、碱、瘠中，只可能是一种抗性是主要的，但对病虫害的抗性则是普遍的要求，特别是抗病性。对于具体作物如巴西橡胶树的抗逆性，在我国由于风、寒、害不但能引起产量的大幅度下降，而且重风、重寒区是毁灭性的灾害，故抗风与抗寒性已分别成为它的主要

性状。我国垦区目前尚无毁灭性的病原物为害橡胶，其抗病性则没有农作物那么重要。

(一) **抗病虫害性** 病虫害为害是高产、稳产的严重威胁，每年造成农作物产量的巨大损失，特别是随着矮秆品种的大面积推广，密度增加和增施化肥，使农作物病害种类增多，程度加重，因而抗病虫害育种已逐步上升为农作物育种的主攻方向之一。

品种的抗病性可分为专化性抗性(又叫垂直抗性)和非专化性抗性(又叫水平抗性)两大类。专化抗性是只对某一种病害的某个小种或某一部分小种表现抵抗和免疫，而对另一个小种或另一部分小种则表现敏感。非专化性抗性一般对某一种病害的所有小种都表现不同程度的抵抗。彼此间虽有强弱之分，但没有截然区别。从专化性抗性转向非专化性抗性品种的选育是近来抗病育种的一个趋向。由于专化性抗性表现明显，其感病性的界限分明，而且在杂交后代中的分离比较简单，容易鉴别和选育，所以已往的抗病育种大都是针对这种抗病性进行的。如小麦品种碧玛1号、丰产3号等都是具有专化性抗病性的品种。但这样一种抗病性由于病原物新的生理小种不断发生，极易在短期内丧失抗病性而造成严重损失，因此，逐渐向非专化性抗性发展，以便将不同亲本所具有的非专化性的抗病基因集合在一起，抵抗同一病害的所有小种。非专化性抗性虽在自然界中广泛存在，但因杂交后代分离复杂，鉴定选育比较困难，需要作大量艰苦的工作才能成功。近年来，抗病育种的另一个特点是选育兼抗多种病害的品种，出现了多抗育种的新局面。

关于作物的虫害，过去着重药剂防治，但由于有些农药不适合对粮食和饲料作物进行植株喷洒，同时由于大量使用农药使害虫产生了抗药性以及环境污染，因此，抗虫育种也成为一项突出的育种目标。

(二) **抗旱耐瘠性** 旱区和灌溉无保障地区，干旱严重地影响农作物的产量。丘陵山区，土层薄，肥力低，以及其他地广人稀、肥源缺乏的地区，也不能满足农作物营养的需要。这些地区除从根本上改变自然面貌和广开肥源外，也要求抗旱耐瘠的品种，以适应这种不良的生态条件。

在干旱的情况下，下部叶片变黄、变干的程度和生殖器官生长发育的失常状况，与品种的抗旱性有关，但产量的高低是鉴定抗旱性的综合标志。不同品种的抗旱性所以不同，一般认为与根系的特征和株型、叶型有关。根系发达，分布广而深，吸收能力强，分蘖成穗高，是品种抗旱的形态结构，也是抗旱性选育的重要特征。从生理特性上说，蒸腾系数和细胞的理化特性也影响抗旱性。蒸腾系数(蒸腾水量/干物质量)小的品种，常能以较少的水份生产较多的干物质，是选育抗旱品种时要注意的特性。叶是光合作用的器官和蒸腾作用的器官，相对地说，选育叶面积较小，而光合能力较强的类型，对于节约用水，提高水份利用是有利的。总之，品种的抗旱性是由多种因素组成的一个较为复杂的综合性状，而且与耐瘠性密切关联。因此，在抗旱耐瘠育种上要考虑多方面有利因素的综合，用产量作为最后和决定性的指标。

(三) **抗风抗寒性** 在我国巴西橡胶树的育种工作中，抗风抗寒已成为重风重寒地区头等重要的育种目标。经过二十多年的努力，已从远东现有栽培种中筛选出少数材料，如在十级台风中无生产性风害的海垦1和PR107，在零下2—2.5℃的辐射低温或年有积寒120℃的平流寒潮中无生产性寒害的五星1₃和93—114等是，但其抗性和产量均

不够理想。今后要有突破，必须引进和创造新的抗原才有可能。

三、质 优

农业生产的根本目的是得到高产优质的产品，随着国民经济的发展和人民生活水平的提高，对优质的要求必将日益迫切。不仅棉花、油菜、大豆、甘蔗、甜菜以及多数热作工业原料作物的优质是良种的重要条件，对水稻、小麦、玉米等粮食作物的品质也不能忽视。因此在国际上，禾谷类作物在高产育种上有了新的突破之后，出现了以提高蛋白质和赖氨酸含量为主的品质育种新趋势。农业生产实践表明，各类丰产品种由于品质不良，缩小推广面积或被生产所淘汰是常见的。如棉花品种徐州1818推广面积曾超过800万亩，只因纤维品质差，目前降到600万亩以下；高密933虽然产量较高，分布广，也由于品质等原因，在某些地区的种植面积大幅度下降。小麦品种郑州24号在一些旱区表现高产，也由于品质不佳，不能大面积推广。因此在育种工作中要进一步把品质重视起来。

从现有品种看来，在许多作物上，高产优质往往存在一些矛盾。但只要把品质育种给予足够的重视，是可以做到高产和优质相结合的。

四、便于机械管理和复种

机械化是现代农业发展的方向，而农业机械化对品种提出了各种新的要求，如农作物机械收割要求茎秆直立、收割部位的位置高低较适合而且集中、成熟期一致、不落粒等。

随着农业生产条件的改善，因地制宜地进行改制，提高复种指数是一项重要的增产措施。例如，在我国北方和南方的一些地区，由一熟或二熟，采用连种或套种的方式，发展为二熟或三熟。但在改制过程中，为了克服连种的季节矛盾和套种各作物的共生期，减轻争地、争水、争光，都需要早熟品种，以便充分利用自然条件，达到每熟都高产。

我国东北、西北地区及其他丘陵地区，一年一熟，无霜期短，迫切要求生育期短的早熟品种，否则不能成熟。水稻向我国北方扩展以及在我国北部开辟新棉区，采用相应的栽培措施是个重要环节，但主要关键是引进早熟水稻和棉花良种。此外，北方广大麦区，在小麦灌浆成熟期间，气候干燥少雨，温度急剧上升，时常出现干热风，使小麦青干、粒重降低，造成减产，故干热风气候，对晚熟品种危害较大，早熟品种或者可以避免，或者受害较小。又如陕西关中地区，九、十月间就秋雨连绵，常使棉花烂铃，玉米烂穗。早熟品种成熟早收获早，可防止或减轻因阴雨遭受的损失。

但对于早熟性的要求也要适当，早熟程度应在适应耕作栽培制度的基础上，以充分利用当地作物的生长期获得全年高产为原则，不要不适当地追求早熟。有些作物，如玉米、棉花等，早熟品种往往株小、棒小、铃小，单株生产力低，因此育种时，必须同时注意早熟性和丰产性的选择，并针对品种特点进行栽培，通过合理密植，克服单株生产力偏低的缺点，从育种和栽培两方面入手，把早熟和丰产结合起来。

现代农业对品种的要求是多方面的，许多性状之间又彼此联系互相影响。因此，在