

NONGZUOWU  
ZHONGZI XUE

# 农作物种子学

付宗华 钱晓刚 彭义 编著



贵州科技出版社

# 农作物种子学

中国农业出版社

北京 100026

电话：(010) 64010871

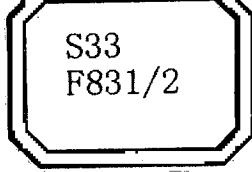
网址：<http://www.cpa.com.cn>

ISBN 7-109-05111-9  
CIP 数据：2007.12.1001



S33

F831



# 农作物种子学

付宗华 钱晓刚 彭义 编著

贵州科技出版社

·贵阳·

---

图书在版编目(CIP)数据

农作物种子学/付宗华编著. —贵阳: 贵州科技出版社, 2003.9

ISBN 7-80662-265-9

I.农... II.付... III.作物育种 IV.S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 061285 号

---

贵州科技出版社出版发行

(贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004)

出版人: 丁 聪

贵阳新莱印务有限公司印刷 贵州省新华书店经销

787mm×1092mm 16开本 17.5印张 426千字

2003年9月第1版 2003年9月第1次印刷

印数 1~2 000 定价: 35.00元

# 目 录

第一章 种子与质量管理 .....	(1)
第一节 种子在现代农业生产上的意义 .....	(1)
第二节 种子生产与管理 .....	(9)
第三节 种子质量管理 .....	(21)
第二章 种子生物学基础 .....	(35)
第一节 种子的形态与构造 .....	(35)
第二节 种子的形成、发育和成熟 .....	(40)
第三章 农作物种子的生产原理与技术 .....	(58)
第一节 种子生产的理论基础 .....	(58)
第二节 植物育种技术简介 .....	(61)
第三节 种子生产的基本过程 .....	(89)
第四节 杂种优势利用的种子生产 .....	(95)
第四章 种子贮藏技术 .....	(134)
第一节 种子贮藏生理 .....	(134)
第二节 种子的物理性 .....	(139)
第三节 种子微生物与仓库害虫及其防治方法 .....	(145)
第四节 种子仓库及种子的入库 .....	(152)
第五节 种子贮藏期间的变化和管理 .....	(155)
第六节 种子贮藏期间的管理措施 .....	(156)
第七节 主要农作物种子的贮藏方法 .....	(158)
第五章 种子检验技术 .....	(162)
第一节 种子检验在农业生产中的作用及种子检验发展史 .....	(162)
第二节 种子检验工作程序 .....	(164)
第三节 扦 样 .....	(168)
第四节 净度分析 .....	(181)
第五节 发芽试验 .....	(191)
第六节 真实性和品种纯度检验 .....	(212)
第七节 种子水分测定 .....	(220)
第八节 种子生活力测定 .....	(223)
第九节 种子重量测定 .....	(231)
第十节 包衣种子检验 .....	(232)
第十一节 种子健康测定 .....	(235)

第十二节 检验结果的评定与签证·····	(238)
第十三节 种子检验室的建设与管理·····	(241)
<b>第六章 种子加工</b> ·····	<b>(243)</b>
第一节 种子加工的基本原理及设备·····	(243)
第二节 种子包衣基本原理及技术·····	(250)
参考文献·····	(256)
附:实验指导·····	(257)

# 第一章 种子与质量管理

## 第一节 种子在现代农业生产上的意义

种子是指用于农业、林业生产的籽粒、果实和根、茎、苗、芽等繁殖材料。种子为高等植物所特有,是植物长期进化的产物。种子是维持生命并向下一代延续生命的原始物质。从植物学上讲,种子是从胚珠发育而成的繁殖器官。关于种子的定义,有多种说法,但基本含义均是相同的。下列诸物可被理解为种子:能用来使植物繁殖和再生殖的果实或其他部分,以及植株的一部分或整棵植株,用于植物繁殖和自然繁殖的籽粒、块茎、块根、地下茎等。

种子的含义,从植物学上讲和农业生产上讲是不同的。植物学上所讲的种子是指从胚珠发育而成的繁殖器官,而农业生产上讲的种子,是指一切可以被用作播种材料的植物器官。不论植物的哪种器官或营养体的哪一部分,也不论它的形态构造是简单还是复杂,只要能繁殖后代和用来扩大再生产,统称种子。在一般情况下,我们所讲的种子多指农业生产上各种农作物的播种材料,所以也称“农业种子”。本书中所指的种子即是这个意义上的种子。

农业生产中,农作物产量的提高、品质的改良都离不开种子,一切科学技术、农艺措施也只有直接和间接通过种子这一载体,才能发挥作用。在科学技术突飞猛进的今天,种子的作用更加令人瞩目。科学家预言:“21世纪将是生物学的世纪,而生物学的最大受益行业是农业,农业又主要通过种子而受益。”这揭示了种子的无限增产潜力和广阔利用前景。

进入21世纪,随着加入WTO,中国经济进一步融入世界经济体系,种子的生产与经营由一项增产技术措施,已发展成为一种基础产业,“种子工程”的实施,为种子潜力的充分发挥提供了前所未有的良好机遇。

### 一、种子在农业生产中的作用

#### (一)增产作用

农业增产是多种因素协调作用的结果,种子是农业生产技术中最基本、最可靠、最经济

有效的增产措施;只有改善了种子这个内因,各种栽培技术的外因才可起作用。新中国成立以来我国已实现多次良种更新换代,对农作物提高产量,改进品质,调整生产结构,改革耕作制度和栽培技术,提高抗御自然灾害的能力,发展农村商品经济都带来一系列的进步,充分证明了良种是促进生产发展的重要条件。推广良种的高纯度,高质量的种子才能收到成效,良种的作用是通过对其优良种子的生产利用而实现的。

新中国成立 50 多年来,特别是改革开放 20 多年来,我国粮食平均单产增长 3.2 倍,棉花平均单产增长 3.7 倍,油料平均单产增长了 2.2 倍,其中良种对农业增产的贡献份额已经占到了 30% 左右。

我国水稻单产 1949 年只有 1 890 kg/hm<sup>2</sup>,经过 50 年代初的农家品种评选,50 年代中后期的矮化育种,70 年代初杂交稻三系配套成功,现在我国杂交稻育种已进入超级稻选育和应用推广阶段。我国杂交水稻育种居世界领先地位。到 2000 年全国水稻种植面积 2 996.19 万 hm<sup>2</sup>,稻谷产量达 18 790.78 万 t。

我国小麦单产 1949 年仅 637.5 kg/hm<sup>2</sup>,有低产作物之称,经过 50 年代初的农家品种评选实现第一次品种更换,50 年代中期东北平原早熟春麦区抗秆锈品种的育成,华北北部及黄淮平原抗条锈品种的育成实现第二次品种更换,60 年代初期第三次品种更换,70 年代中期第四次品种更换以及现在的小麦杂种优势的利用等。到 2000 年全国小麦种植面积达 2 665.3 万 hm<sup>2</sup>,产量达 9 963.65 万 t,是 1949 年的 5.86 倍。

我国玉米单产 1949 年只有 1 350 kg/hm<sup>2</sup>,经过 50 年代的农家品种评选和去推选种,品种间杂交种推广,60 年代初的自交系间杂交种推广到现在的紧凑型杂交玉米的选育成功。据 2000 年统计,玉米种植面积达 2 300 万 hm<sup>2</sup>,产量达 10 600.15 万 t,东北春玉米区,北方春夏玉米和北方夏玉米区规模已经形成,西南春夏秋玉米区也有较大发展。2000 年玉米单产已达 4 590 kg/hm<sup>2</sup>,是 1949 年的 3.4 倍。

新世纪我国农业生产取得了长足的进步和发展,农产品产量大幅度增长,实现了由长期短缺向总量大体平衡、丰年有余的历史性跨越,基本解决了中国人梦寐以求的温饱问题,创造了举世瞩目的辉煌成就。其中种子功不可没。培育和推广优良品种则是提高农作物产量最有效、最经济的途径。我国粮食产量由解放初期的 1 000 亿 kg 上升到目前的 4 500 多亿 kg,其中最重要的因素是农作物品种改良不断有新的突破。我国和世界的农业发展历史都已证明,每更新一次品种,产量和效益就会上一个新台阶。据统计分析,在全球提高单产的农业增产技术中,优良品种的作用一般为 25% ~ 30%,高的可达 50% 以上。

## (二)改善和提高质量作用

推广高产优质品种是提高农作物产量及品质的重要途径。21 世纪我国农业生产形势发生了根本的变化,已经从农产品短缺时期转向了供需平衡,丰年有余的年代。过去数量型的农业生产正在向质量型转化。农作物品种、品质结构的调整,优质农作物品种的推广,使我国农业的种植业结构正在进一步趋向合理化。

长期以来,由于粮食紧缺,我们国家几乎集中所有的农业资源发展粮食,形成了种植业以粮食为主的单一结构。无论土壤、水源、气候条件是否合适,开山造田、垦草种粮的事情随处可见。随着农业综合生产能力的提高,以粮食为代表的大宗农产品,从供不应求转向



供求平衡、丰年有余,农业发展步入全新阶段。

目前我国品质育种已取得重大进展,一批高产优质新品种已经投入生产,前景令人鼓舞。如我国育成的高赖氨酸玉米杂交种“中单 9409”、“黔单 11 号”等,籽粒中赖氨酸含量是普通玉米的 2 倍,而单产也比主要推广的玉米单交种略有增加。用优质蛋白玉米杂交种作饲料,可以代替豆饼,降低成本,提高经济效益。高赖氨酸玉米“黔单 11 号”,籽粒赖氨酸含量 0.47%,是普通玉米的 2 倍以上,产量与普通杂交玉米相同,抗穗粒腐病,用“黔单 11 号”玉米喂猪比普通玉米的日增重高 3 倍,料肉比下降 1/3。“高油 115”玉米品种含油高达 10%,比普通玉米高出 1 倍之多,不仅用途广,味道纯正,营养价值高,而且富含维生素 E。东北地区大力推广了生育期短、脱水快的玉米品种,明显提高了玉米的品质。

双低(低芥酸、低硫甙)油菜新品种“油研 7 号”、“杂选 1 号”已大面积示范种植,其菜油芥酸含量低,油酸和亚油酸含量比普通油菜品种高,有利于人体健康;饼中硫甙含量低,富含蛋白质,是安全、良好的饲料。

优质水稻育种为人们膳食提供了味香、口感好的优质大米,一大批品质优良水稻品种的育成在当前种植业结构调整中发挥着重要的作用,贵州省选育出的两系优质稻“两优 363”正在进行大面积示范推广。

优质小麦的品种选育突破,使加工专业小麦长期短缺的状况明显改观,全国优质专用小麦面积比三年前增加了近一半。

名特优水果和蔬菜正从规模化种植走向产业化经营,优质水果品种的引进和选育,产量和品质都有很大提高,在市场上备受欢迎。这些优良品种,适应了农村商品经济发展的不同用途、不同规格和系列化生产的需要,在改进品质、发展农产品综合利用等方面起到了推动作用。

高赖氨酸玉米“中单 206”,全籽粒赖氨酸含量 0.47%,是普通玉米的 2.1 倍,产量接近普通玉米,抗穗粒腐病,用它喂猪比普通玉米日增重高 3 倍,料肉比下降 1/3。

### (三)增强抗灾能力和稳产性的作用

推广抗病和抗逆能力强的优良品种,能有效地减轻病虫害和各种自然灾害对作物产量的影响,保证稳产。

小麦条锈病是我国最严重的病害之一,1950 年全国条锈病大发生,粮食生产受到很大影响,不少地区严重减产,约减产 60 亿 kg。后来由于不断育成并推广抗锈病品种,1964 年以来基本控制了大面积流行,从而有效地控制了条锈病的危害。

我国玉米大、小斑病曾经大发生,造成严重减产,此后由于抗病杂交种的推广,我国再未发生大、小斑病的大流行。

高粱丝黑穗病是我国农家种的严重病害,1956 年引入高粱雄性不育系 3197 高抗丝黑穗病,用它组配的杂交种推广后,使高粱生产田的丝黑穗病一度绝迹。

我国棉花的枯黄萎病是一种毁灭性病害,上世纪 70 年代曾蔓延 14 个主要产棉区半数以上的县,由于抗病棉花品种的选育成功和推广,这些严重减产甚至绝收病区的棉花生产又得到恢复和发展。

倒伏曾是许多农作物高产稳产的限制因素,我国由于推广了矮秆水稻、矮秆小麦等一

批新品种,倒伏问题基本上得到解决,产量大幅度提高。抗病、抗虫、耐旱、抗寒等抗逆性强的优良新品种的育成,为作物实现高产、稳产创造了有利条件。

#### (四)促进耕作、栽培技术的改进

在我国农业生产发展中,科学的耕作制度与栽培技术推广往往与优良品种配套,良种、良法的配套是农业增产的重要保障。

“矮脚南特”、“广场矮”、“珍珠矮”等矮秆水稻品种和掖单系列紧凑型玉米杂交种的出现,使高肥密植高产栽培技术的实现成为可能。

抗倒伏小麦和大豆品种的育成,解决了东北国营农场机械收割的问题,才使全面实现机械化栽培成为可能。结荚集中花生品种的实现,才使地膜栽培成为可能。

同时这些优良品种的出现给栽培学提出了新的研究内容,促进了栽培学的发展和栽培技术的改进,育苗移栽、地膜栽培等均是与优良品种配套推广的重要栽培技术。

推广熟期配套品种,还能促进种植业耕作制度的改进,推广中晚熟玉米和早熟小麦品种,增加农作物熟制,充分利用当地资源条件,发挥品种的增产潜力,使单位面积产量大幅度提高。50年代南方稻区实行单季改双季、间作改连作、籼稻改粳稻的改制。由于合适熟期品种的推广,今日双季稻的北界已由浙江、赣南和湘东一线,向北推进到苏中、皖北、鄂中、川东。稻麦两熟栽培也由长江流域推进到黄淮平原,并成为淮北稻区主要的栽培制度。杂种稻的推广改变了过去南方稻区晚稻低而不稳的局面。抗寒、早熟、对光反应不敏感的粳稻品种,使北纬 $50^{\circ}$ 以上的地区也成为我国水稻的栽培区。熟期适宜品种的推广使黄淮地区可以做到麦棉、麦油两熟,使棉区粮食自给,收入增加。

## 二、种子在绿色革命中的作用

### (一)绿色革命中种子的变革

上世纪60年代在国外出现了“绿色革命”的浪潮,其含义就是通过培育推广良种获得粮食大面积、大幅度的增产。在世界上引起强烈震动。在这场革命的带动下,不少国家摆脱了饥荒和贫困,农业生产迅速复兴和发展,粮食产量大幅度提高,国民经济快速发展,国家的经济、政治面貌发生了很大变化,引起全世界的普遍关注。

20世纪初以来,特别是40年代末,由于矿质肥料在农业上的大量施用,生产水平不断提高,小麦、水稻等作物的高秆品种倒伏越来越严重,成为限制农作物高产稳产的主要因素。作物的抗倒性与茎秆的坚韧程度及根系发育的好坏有密切关系,矮秆品种是防止倒伏最有效的措施。当时这些作物品种的矮化问题亟待解决,各国育种工作者都致力于这项工作。

追溯历史,世界上有“绿色革命”意义的事件有4次。

1. 意大利杂交小麦。20世纪初意大利利用小麦抗锈品种与抗倒品种杂交获得高产晚熟品种,又与日本矮秆品种红小麦杂交,获得著名的矮秆粒多品种。这个品种早熟,株高只有80 cm,抗倒耐肥,解放前曾在我国长江流域推广过。这种矮秆的小麦品种在30年代意大利许多地区种植面积占90%以上,产量由1910年的 $1\ 000\text{ kg/hm}^2$ ,提高到30年代的 $1\ 500$

kg/hm<sup>2</sup>,50年代以后又提高到2 000 kg/hm<sup>2</sup>。世界上称这种变化为意大利绿色革命,与1944年在墨西哥开始的绿色革命相比,在高产、抗病、抗倒品种的选育,利用矮秆基因和社会效益上有极大的相似性,可称第一次绿色革命。

2.美国杂种玉米。20世纪初美国提出玉米育种的纯系法,提出玉米自交系间杂交种的理论与应用,首先推广玉米双交种,1933年美国推广杂种玉米5.8万hm<sup>2</sup>,1945年在玉米主产区得到普及,1955年在全国普及。杂种玉米的增产效果极其显著,上个世纪的80年代美国玉米单位产量达7 210 kg/hm<sup>2</sup>,而美国在杂种玉米出现以前全国单产只有1 530 kg/hm<sup>2</sup>。当然增产因素除杂种玉米外,还与改善栽培管理、增施肥料、增加密度、高效农机具的应用以及增用杀虫剂和杀草剂等技术有关。

3.墨西哥杂交小麦和菲律宾杂交水稻。上世纪40年代,墨西哥以高产抗锈矮秆对日照不敏感为育种目标,50年代应用日本矮秆品种农林10号,于60年代以后育成一批半矮秆小麦品种,统称墨西哥小麦。这批品种的最大特点是竖叶型、透光好、适合密植。矮秆耐肥抗倒伏,抗病,对日照反应不敏感。继而在墨西哥全国普及,单产大幅度提高而超过美国、前苏联等著名小麦生产国,使墨西哥由小麦进口国变为小麦出口国。1965年后又在西南亚推广,产量成倍增长,70年代世界各地墨西哥小麦的推广面积达到1 574万hm<sup>2</sup>。阿根廷、孟加拉、巴西、智利、埃及、危地马拉、伊拉克、意大利、西班牙、突尼斯等中美、西亚、北非、南美的许多国家相继引入墨西哥小麦及其栽培技术,使小麦大幅度增产。当时人们将墨西哥小麦的育成、传播和普遍获得高产这种现象称为“绿色革命”,墨西哥小麦育种家勃劳格被誉为“绿色革命之父”,并于1970年荣获诺贝尔和平奖。

国际水稻研究所根据墨西哥小麦的经验,用印度尼西亚的高秆水稻品种和原产中国的矮秆地方品种低脚乌尖杂交,于上个世纪60年代育成一批竖叶型矮秆多抗对日照反应不敏感的水稻品种,统称菲律宾水稻,最著名的有IR8、IR36、IR58。在东南亚大面积推广,一般情况单产6 000~7 500 kg/hm<sup>2</sup>,一季单产最高记录13 725 kg/hm<sup>2</sup>。60年代后期,世界粮食产量较大幅度增长,主要是以培育推广良种为中心的增产措施发挥了作用,也一并被称为“绿色革命”。所以世界上把“今日农业高产良种”比作“18世纪产业革命的发动机”。

这次“绿色革命”实质上是对不适应生产发展的高秆品种种植状况的一次根本性变革,它对各国的矮化育种工作起到了促进作用。当然矮化育种并不是茎秆越矮越好,不同的作物,不同的生产条件,矮化有其适宜的限度。因为过矮的品种由于茎叶产量过低,籽粒产量往往难以提高,并且茎秆过矮,叶片过于密集,通风透光不良,易发生病害,往往造成粒小而不饱满。

4.中国杂种水稻。中国育种学家上个世纪70年代在海南省三亚市崖城区发现了花粉败育的野生稻株,定名为野败型,继而发现保持系,1973年找到了恢复系恢2号、恢3号和恢1号,从而实现三系配套,1974年育成了第一批杂种水稻南优1号、南优2号、南优3号。1986年推广887万hm<sup>2</sup>,单产为6 540 kg/hm<sup>2</sup>,而同期全国水稻的平均单产为5 370 kg/hm<sup>2</sup>。从而开辟了我国水稻杂种优势利用的新纪元。杂交稻单产又在矮秆常规稻良种的基础上增产20%左右,这是我国水稻育种和生产的第二次重大突破。我国是世界上水稻杂交种利用最早和最成功的国家,不仅使我国水稻单产大幅度增加,而且向国外转让水稻杂优利用

技术,在国际上引起强烈反响,其发明人袁隆平被誉为“世界杂交水稻之父”。

推广良种、杂种优势利用是本世纪绿色革命的重要标志。

## (二)新的绿色革命使种子生产发生巨大变化

1.生物技术掀起一场新的绿色革命。当今世界面临人口、粮食、能源、资源、环境五大困境,为摆脱困境需要政治的、经济的、技术的、社会的综合治理,但是,生物技术具有其他技术所不可取代的特殊作用。生物技术可为人类高速发展粮食和人造食物开辟出新途径。

现代生物技术从广义上讲主要包括基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程。但最富生命力的核心技术是基因工程。现代生物技术最显著的特点是打破了远缘物种不能杂交的禁区。即用新的生物技术方法开辟一个世界性的新的基因库源泉,用新的方法把需要的基因组合起来,培育出抗性更强、产量更高、品质更好、营养更丰富,以至生产成本更低的新作物、新品种。人们把培育这种转基因植物和转基因动物的技术,称之为育种史上的一次伟大革命。“运用经典育种方法来改良农作物的技术最终必将为遗传工程所代替。”(美国国家研究委员会农业局:《植物遗传工程与农业》)也有人称生物技术将导致一场新的绿色革命。

现代生物技术用于育种上,有常规育种难以具有的优点:首先,在育种的速度上比常规育种快,常规植物育种一般都要4年以上才能获得新品种,现代生物技术育种起码减少一半时间;第二,传统育种引进外源基因等许多方面具有难于克服的局限性,因而育成的新品种退化速度快,而现代生物技术则可克服这个缺点;第三,现代生物技术可以将所需的多种基因组合起来,培育出品质更好、营养更丰富、抗性更强、适应性更广、产量更高、生产成本更低的转基因新品种,这是常规育种难以做到的。

2.世界转基因植物种子的生产与成就。美国把仙人掌的抗旱基因导入小麦、玉米、大豆中,培育出耐旱的新品种;从热带玉米杂交衍生材料中选出抗玉米小斑、灰斑、粒腐病的“三抗”自交系,组配的杂交种产量超过目前最好的商品杂交种。英国育成冬小麦新品种“马里斯尼姆德”,矮秆抗倒伏、抗条锈、白粉和条斑病,适于机械化收获,单产得到较大提高。德国黑麦杂种优势利用取得成功,杂交黑麦的种植面积近几年已占到黑麦总面积的80%。美国成功地将远缘种属的无融合生殖基因导入珍珠粟,为杂种优势固定打开了希望之门。美国还将Bt基因引入棉花、玉米,育成了抗棉铃虫、抗玉米螟的优良品种,并打入国际种子市场。耐贮藏的转基因西红柿已经商品化。小麦转基因技术在90年代取得突破,美国、加拿大已获得优质和抗除草剂的转基因小麦。日本、美国、英国已构建了水稻、玉米、西红柿、小麦等十几种农作物的分子标记图谱,美国还利用分子标记连锁图,克隆出西红柿和水稻的抗病基因。

转基因技术诞生才10多年,目前各国已试种的转基因植物超过4500种。转基因作物于1986年在美国和法国首次进入大田试验,到1997年底全世界转基因作物的田间试验已达25000次。1994年由Calgene公司生产的第一个转基因植物保鲜西红柿Flavr-Savr在美国获得正式批准投产。以后短短的几年,玉米、大豆、棉花、马铃薯、油菜等51种作物的转基因品种相继进入商业化,这51种农作物基因工程产品共包括13种植物,其中玉米的基因工程产品最多,共17种,占总数的33.3%,其他主要为大豆、油菜、棉花、西红柿等作物。

1996年全世界转基因植物种植面积已达170万 $\text{hm}^2$ ,1997年为1280万 $\text{hm}^2$ ,1998年上升为2780万 $\text{hm}^2$ ,其中大豆面积最大,其他依次为玉米、棉花和油菜。1997年全世界种植的转基因植物中,大豆面积最大,达510万 $\text{hm}^2$ ,为总面积的40%;玉米320万 $\text{hm}^2$ ,占25%;烟草为160万 $\text{hm}^2$ ,占13%;棉花为140万 $\text{hm}^2$ ,占11%;油菜为120万 $\text{hm}^2$ ,占10%。这5种作物占转基因作物种植总面积的99%。1999年美国第二大作物大豆(占全国种植面积22%)的种植面积已有70%为转基因大豆。如果按转基因性状来分,转抗除草剂基因的作物所占面积最大,1997年达690万 $\text{hm}^2$ ,占转基因作物总面积的54%;其次为转抗虫基因的作物,1997年种植面积达400万 $\text{hm}^2$ ,占总面积的31%;抗病毒作物的种植面积为180万 $\text{hm}^2$ ,为14%。世界上种植转基因作物面积最大的国家分别为美国、中国、阿根廷和加拿大,这四国合计占全世界转基因作物面积的99%。其中美国1997年转基因作物的种植面积达810万 $\text{hm}^2$ ,占全世界转基因作物总面积的64%;其次是中国,种植面积为180万 $\text{hm}^2$ ,占总面积的14%;阿根廷和加拿大的种植面积分别为140万 $\text{hm}^2$ 和130万 $\text{hm}^2$ ,占世界的11%和10%。由此可见,生物技术使种子生产发生了巨大的变革。

转基因品种在生产上的应用,已经获得了巨大的经济效益。在美国种植面积第一的玉米约有一半受到欧洲玉米螟的危害,平均产量减少9%,最高损失可达30%,每年由此造成的经济损失达10亿美元。1996年美国种植Bt转基因抗虫玉米28万 $\text{hm}^2$ ,1997年剧增10倍,种植面积达到280万 $\text{hm}^2$ ,1998年达500万 $\text{hm}^2$ 。据1996、1997两年产量资料调查,抗虫玉米平均增产9%,相当于每公顷净收益增加68.1美元。1996年和1997年美国种植抗虫玉米的经济效益分别为1900万和1.19亿美元。转基因抗虫棉花也是一个很好的例子。抗虫棉不需要喷施农药,或只需要喷施一次农药就可以控制主要害虫;而非转基因棉花则需药4或6次。据估计,1996年美国因种植抗虫棉减少杀虫剂用量约100万L,抗虫棉平均增产7%。两项合计,每公顷抗虫棉可增加净收益175美元。由此推算,1996年美国因种植抗虫棉增加经济效益近1.28亿美元。1996年加拿大种植抗除草剂油菜的面积为12万 $\text{hm}^2$ ,1997年激增至120万 $\text{hm}^2$ ,约占同年加拿大油菜种植面积的25%。据估计,抗除草剂油菜比对照平均增产9%,每公顷抗除草剂油菜可增加收入约50美元。1996年加拿大种植抗除草剂油菜的直接经济效益为500万美元,1997年增加到4800万美元。1996、1997年美国因种植转基因作物分别获得1.59亿和3.66亿美元的经济效益。抗除草剂大豆也收到良好的经济效益。1996年美国种植的抗除草剂大豆约40万 $\text{hm}^2$ ,阿根廷种植约10万 $\text{hm}^2$ 。1997年美国种植面积扩大到360万 $\text{hm}^2$ ,1998年种植面积达1200万 $\text{hm}^2$ ,阿根廷增加到140万 $\text{hm}^2$ 。由于除草剂用量平均减少10%~40%,既产生了巨大的经济效益,又有利于生态环境的保护。

3. 我国生物技术在种子生产中的应用。我国现代生物技术在植物基因工程育种、植物细胞工程育种和组培快繁技术的应用等方面的研究起步相对较晚,在国家“863”等高科技项目计划的支持下,短短的十几年里,已取得了许多重要的进展。

(1) 基因工程育种。至1999年8月,我国科学家开发的植物基因工程产品报送农业部农业生物基因工程安全管理办公室审批的环境释放、中间试验或商品化生产项目共129项。其中1997年37项,1998年39项,1999年53项。涉及的植物包括棉花、大豆、烟草、马铃薯、

西红柿、黄瓜、番木瓜、广藿香、小麦、水稻、矮牵牛、辣椒、玉米、甘薯、白菜、甜瓜、花生、杨桃等 18 种,涉及改良植物的性状包括抗虫、抗病(抗真菌、病毒和细菌病害)、改变植物花色、抗除草剂和耐贮藏等。

(2)细胞工程育种。利用花药培养、原生质体培养和细胞融合等技术在农业育种上的应用有:粳稻新品种中花 12 号,由中国农业科学院育成,它具有抗病虫、耐盐碱和干旱、优质稳产的特点,而且对稻瘟病表现高抗,推广面积超过 67 万  $\text{hm}^2$ 。通过组织培养和辐射相结合的方法,育成的“黑珍珠”水稻品种,其紫色素含量高达 2.6%,蛋白质含量高达 17.3%,并且维生素 C、B、E 和硒等含量也高,米质优。小麦、小黑麦的细胞工程也取得成功,培育的小麦和小黑麦品种包括小麦 8686、小麦抗白粉病的异代换系和异位系 PM94007、PM94013 和双单倍体 DH944G22、小黑麦品种劲松 5 号、黔中 1 号等。在烟草方面,通过体细胞杂交技术,得到 2 个优质、高抗黑胫病、耐 CMV 病毒的烟草新品系。通过花药培养获得辣椒优良品系,已经在全国推广使用。

(3)组织培养快繁技术通过植物的细胞培养或组织培养获得植株,已有大批的农作物如花卉、果树、树木的培养技术进入实用化,实现了商品化苗木生产基地。我国广泛应用该项技术的植物包括:大田作物主要有马铃薯、甘薯、甘蔗等;果树主要有香蕉、柑橘、苹果、葡萄等;花卉方面是应用该项技术范围最广的一个领域,该项技术的应用极大地促进了花卉工业化生产与出口创汇;林业方面主要是植树为主。

90 年代初,我国的抗病毒转基因烟草首次在田间大面积种植,1996 年的种植面积达 100 万  $\text{hm}^2$ ,1997 年上升到 160 万  $\text{hm}^2$ ,曾一度被誉为世界上最大的转基因植物群落。由中国农业科学院生物技术中心郭三堆教授领导的研究小组在抗虫棉的研制工作中也取得了良好的效果。经过多年的努力,已经开发出一批适应不同产区的转基因抗虫棉品种,1999 年已经推广超过 13 万  $\text{hm}^2$ ,创造了巨大的经济效益。抗二化螟虫水稻、抗稻飞虱水稻、抗稻瘟病水稻、抗白叶枯病水稻、抗螟虫玉米、抗病马铃薯、保鲜西红柿等等一大批转基因植物已经或即将进入商业化生产阶段。此外在抗旱、耐盐碱转基因育种,以及用转基因技术人工创造雄性不育育种材料等方面也取得重要进展。

生物技术为种子生产掀起了一场新的绿色革命,人们在大开眼界的同时,对种子的无限增产潜力有了更加深刻的了解。

### 三、种子在农业生产中的其他作用与意义

#### (一)种子是基本的农业生产投入

农业生产是在一定的时间与空间条件下进行的,而种子是维持和分配该特定时间与空间的最基本单位。通过种子的选择可以保证在特定的季节种植特定的作物;同时,通过播种时间与播种量的控制,可以使作物在最适宜的时间和最适宜的密度下进行生产。与其他投入不同,种子决定了作物的生产潜力。化肥、农药等物资投入的最大生产率将依赖种子生产潜力的变化而变化;农业机械、劳动及田间操作技术的有效性在某种程度上也将依赖于种子。

## (二)种子是变异的载体

种子是变异的载体,不同作物品种的种子所携带的遗传基因不同。随着种子的改变,作物的性状与产量发生变化。在现代遗传学产生之前,这种改变虽然也经常发生,但非常缓慢,即随着生产的发展与社会的进步,农作物在不断地发生着适应新的生态环境与社会需求的进化,这种进化作用通过种子加以保留并遗传给下一代。在现代遗传学产生之后,现代育种学的方法大大加速了这种进化进程,而种子则是把这种进化由科学家试验田转移到农民大田的惟一载体。

## (三)种子的物理与生理特性可以改变

携带特殊遗传基因的种子,在没有进行加工之前,由于在颜色、大小、纯度、发芽率、种子活力等物理与生理特性方面存在着差异,使其生产潜力的发挥受到影响,而通过人工的或机械的加工与处理,可以使种子的物理与生理特性得以改善,使种子的生产潜力得以最大限度地发挥。

## (四)种子是一项农业生产技术

具有良好生物特性的作物性状可以通过种子加以传递与传播,现代优良品种的种子在不同的生态类型区具有不同的增产潜力,通过对不同良种种子的选择与采用,可以实现农业生产的增产与增收,因此,种子是一项农业生产技术。同时,经过改良的携带较高产量与其他优良性状基因的种子可以有效地增加对农业生产的投入,提高农业生产的效率,使现代科技进步的成果得以体现。

# 第二节 种子生产与管理

## 一、种子的商品特征

种子固有的特点及其在农业生产发展中的独特作用决定了种子的商品性质,且是一种特殊商品。

在自给自足的小农经济条件下,种子往往不是以商品形式存在的。以满足自己生存为目的的农民,多以自己留种或者以粮换种来从事农业生产,所采用种子的交易范围与区域很小。随着商品经济的发展,当地或本地区原有的种子已不能满足生产发展的需要,生产上迫切需要一些高产、稳产、抗御各种自然灾害的品种,而这些品种的种子当地没有或者较少,需要从其他地区或种子科研与生产单位引种或调种。引种或调种者成了种子交易的中间人,使种子发展成为商品。

种子商品不同于一般的商品。由于其具有生命力,具有自我繁殖能力,所以在种子经营过程中首先必须确保其生物活力不受损害,遗传特性不受影响,发芽率、纯度等物理特性不会改变,这就要求种子生产与经营者具有一定的生产与经营条件和能力,保证为农业生

产所提供种子的生产潜力不受影响。

种子由于是农业生产上的基本生产资料,其对农业生产的作用不可替代。同时,由于农业生产上种子的单位用量较小,繁殖系数较高,同一作物不同品种间的外观性状差异较小,一般消费者很难对其质量、品质加以区分,这就决定了种子商品的防伪性不强,伪劣种子的生产影响较大,负乘数效应较强。一旦有伪劣种子流入市场,会给农业生产造成较大损失,形成各种各样的“种子事故”。我国每年都有发生种子事故的报道。

种子的生产周期较长,形成商品的周期易受自然、生态环境等的影响,如果在生产的某季节遭受自然灾害,种子的生产量将减少,质量将下降,农业生产对种子的需求将得不到满足;另一方面,由于良种存在着较强的地区适应性,当种子生产量过多,往往形成积压,这时,不仅会导致大量的资金占用,而且由于积压种子的活力下降,会给农业生产造成损失;或者由于积压种子的转商(指转成商品粮出售),给种子经营者造成经营性亏损。

种子不仅是优良生物与经济性状的携带者,具有使农业生产获得高产、稳产与优质的生产潜力;同时,种子也会是多种病虫害的携带者与寄主,是病虫害的传播者与传播源。在农业生产上使用携带病虫害的种子不仅会给使用者的生产造成影响,而且也会传播所携带的病菌给使用者所在地区,使所在地成为所传播病菌的新疫区,造成病虫害的大流行和农业生产的大灾害,因此,种子商品的调运与经营必须经过检疫。

农民不仅是种子商品的生产者,同时也是种子商品的消费者。连接种子生产者与消费者的种子商,作为中介人,在其经营活动中不仅要保证种子生产者生产出量足质优、保证当地农业生产需要的种子,同时还需保证所生产的种子符合当地的生态环境条件与经济发展水平,杜绝病虫害的传播与种子事故的发生。因此,种子经营者必须具备种子生产、经营与检疫能力。所有这些特性均表明了种子不仅是商品,而且是特殊商品。

## 二、我国种子生产与管理

### (一)我国种子生产与管理的历史回顾

从新中国成立初期到 70 年代末,我国种子工作基本处于农民自繁、自选、自留、自用,国家辅以调剂即“四自一辅”阶段,在高度计划经济管理的体制下,种子同农副产品一样作为统购统销的物资。

1958 年 2 月国务院批准粮食部、农业部《关于成立种子机构的意见的报告》,决定成立行政、技术、经营三位一体的种子机构,由农业部接管,统一经营粮食、油料、经济作物种子及牧草、绿肥等种子,并办理从国外引进良种的经营工作。农业部门种子机构主要经营粮油种子,商业部门种子机构主要经营蔬菜种子。同年 4 月,农业部在北京召开全国种子工作会议,总结了前几年大调、大运商品粮作种子,造成种子混杂的教训,根据当时农业合作社集体经济发展的形势和要求,提出“依靠农业合作社自选、自繁、自留、自用,辅之以必要调剂”的“四自一辅”种子工作方针。根据中央的指示精神,各省、地、县农业部门相继建立了种子站,有了一支专门的种子工作队伍,从事着引种试种,调剂余缺,贯彻“四自一辅”种子工作方针,推动了我国种子事业的发展。此期间,在品种上以新选育的常规品种为主,后期部分作物用上了杂交种。在良种调剂、供应上,与“粮食统购统销”挂钩,实行“以粮换种”的办法,虽由农业和种子部门为走来



组织实施,但由于农业种子部门还缺乏仓贮设备和资金,仍由粮食部门代为收购、贮存保管。这一时期制定的政策主要是对农业、商业部门的协调和管理。

70年代后期至80年代,随着家庭联产承包责任制的实行,对内搞活,对外开放的经济政策的制定,从计划经济向着有计划的商品经济的转变,种子商品化进入了空前活跃的时期。1978年5月国务院批转农林部《关于加强种子工作的报告》,要求健全良种繁育推广体系,省、地、县建立种子公司,要逐步实现“种子生产专业化、加工机械化、质量标准化和品种布局区域化”,“以县为单位统一组织供种”,并提出以经营手段推广良种。

按照中央的要求,各省、地、县都在原种子站的基础上建立起行政、技术、经营三位一体的国营种子公司。农业部先后在全国460多个县进行“四化一供”的建设工作。1981年成立了全国品种审定委员会,各省(市)也先后建立起地方品种审定委员会,进一步健全了种子机构,壮大了种子工作队伍,全面开展起粮食、油料、蔬菜等各种主要农作物新品种试验、示范和审定工作。此时期,在品种上是常规品种和杂交种齐头并进,特别是杂交种有了很大发展,许多作物用上了杂交种,其中玉米、大白菜、甘蓝等杂交种面积已占种植面积90%左右。国家调整了“粮食统购统销”政策,种粮脱钩,国营种子公司的良种经营工作蓬勃地开展起来,良种繁育基地、仓贮设施建设和交通工具、检验仪器购置、加工机械设备以及工作条件、生活环境的改善等方面都得到了很大的发展,种子工作的实力进一步壮大。随着科研体制改革等国家一系列重大政策的出台,生产、经营种子的单位和个人增多,要求种子管理工作由部门管理转向社会管理,农业部、国家工商行政管理局等部门制定了一系列规定和标准,规范从事种子生产经营活动。1982年农业部颁发了《全国农作物品种审定条例(试行)》,国家标准局先后颁布了《农作物种子检验规程》和《粮食种子》、《粮食杂交种子》、《种薯》、《油料种子》、《棉花种子》、《麻类种子》等国家标准。在种子经营渠道管理方面经历了由种子公司独家经营到实行许可证制度的转变。1982年国家工商行政管理局、农业部下达了《关于农作物种子的引进、调剂、销售和推广工作由各级种子公司(站)统一经营管理的通知》,规定农作物种子由各级种子公司统一经营,非种子部门和个人不得经营。1987年农业部与国家工商行政管理局根据“放开、搞活、管好”的新要求,为了放而不乱,管而不死,又联合做出了《关于加强农作物种子生产、经营管理的暂行规定》,规定了种子生产经营实行“三证一照”,开始实行许可证管理制度。

1989年国务院颁布了《中华人民共和国种子管理条例》,对新中国成立40多年来党和政府对种子工作领导和管理的方针、政策,以法规的形式固定下来,对种子资源、品种、种子生产、种子经营、种子检验、种子储备等环节进行控制和管理,我国开始进入了有法可依,依法治种的新时期。随后农业部单独或与其他部委联合先后发布了《中华人民共和国种子管理条例农作物种子实施细则》、《主要农作物杂交种子省间预约生产供应管理办法》、《种子检验管理办法》、《全国农作物品种审定委员会章程》、《农作物种子生产经营管理暂行办法》、《进出口种子(苗)的管理暂行办法》、《外商投资种子企业的管理办法》等。大部分省市也颁布了地方种子管理条例或办法,形成了以国务院《种子管理条例》为核心,部门规章和地方法规相配套的种子法规体系。把新品种的选育、试验、示范、审定、推广及种子生产、经营、质量检验等方面的管理制度以法律的形式规定下来。为加强种子执法工作,农业部及