

玉米改良单交和雄性不育研究

河南科学技术出版社

主编：陈伟程

副主编：黄宜祥 罗福和



玉米改良单交和雄性不育研究

主 编 陈伟程
副主编 黄宜祥 罗福和

河南科学技术出版社

豫新登字 02 号

玉米改良单交和雄性不育研究

主 编 陈伟程

副主编 黄宜祥 罗福和

责任编辑 曹力献

河南科学技术出版社出版、发行

(郑州市农业路 73 号)

中共河南省委机关印刷厂印刷

(郑州市经五路 5 号)

787×1092 毫米 16 开本 11.25 印张 281 千字

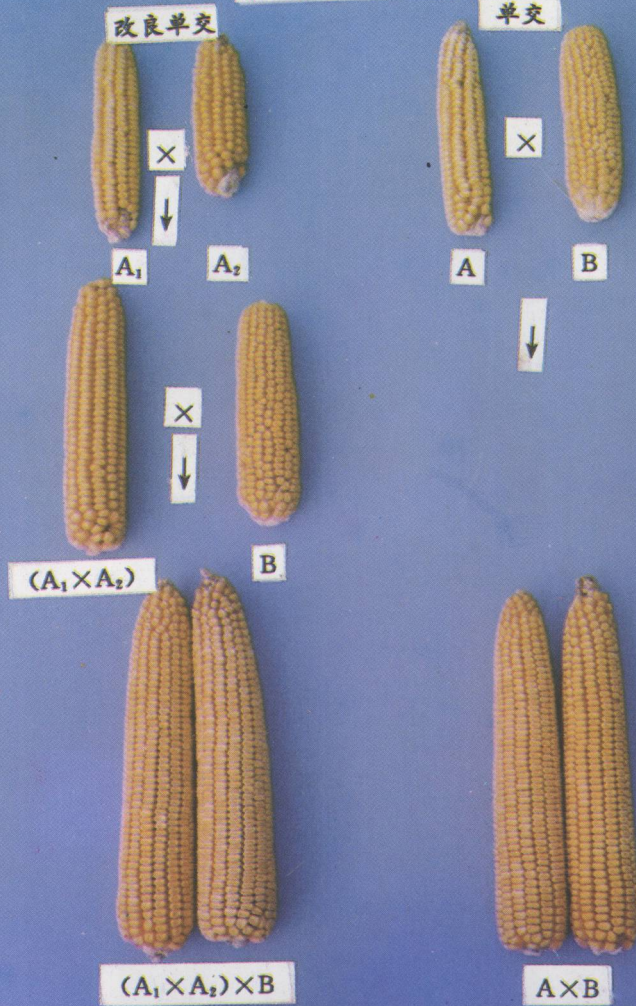
1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷

印数: 1—1000 册

ISBN7—5349—1241—5/R·336

定 价: 20 元

制种程式比较

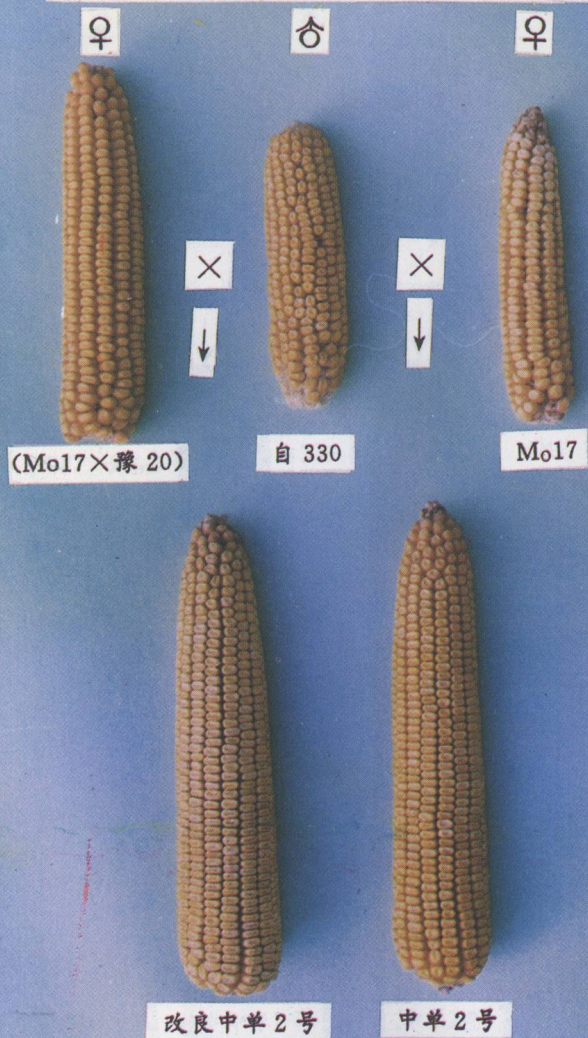


改良单交与单交
制种程式比较

改良丹玉13制种田
(河南省林县)



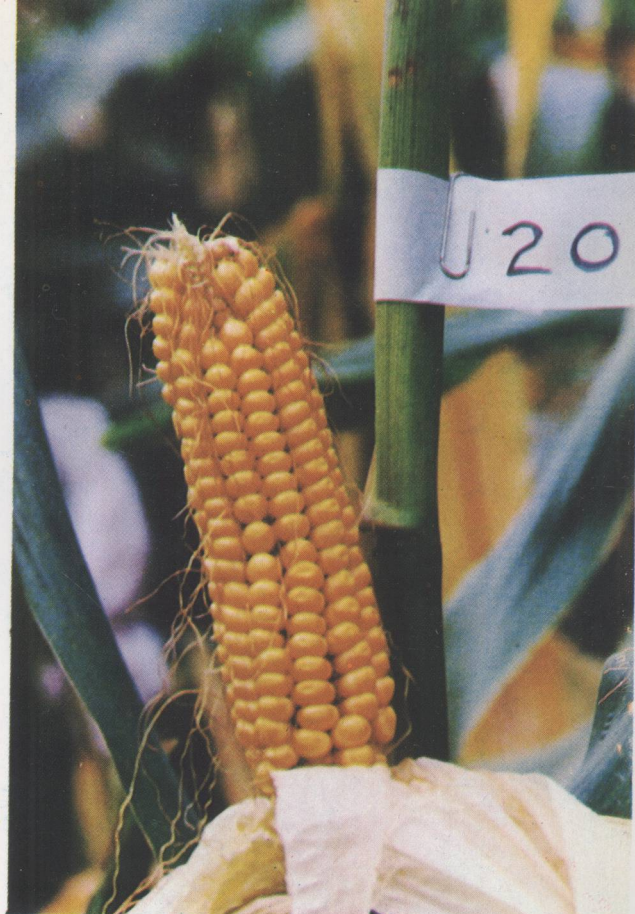
改良中单2号与中单2号及其亲本



改良中单2号大田 (甘肃省张掖地区)



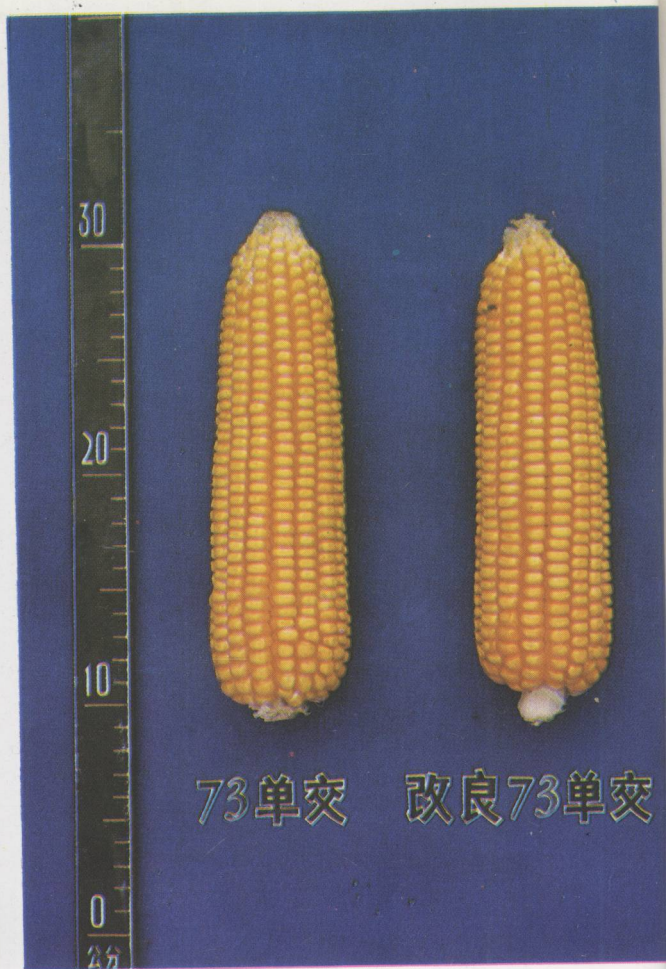
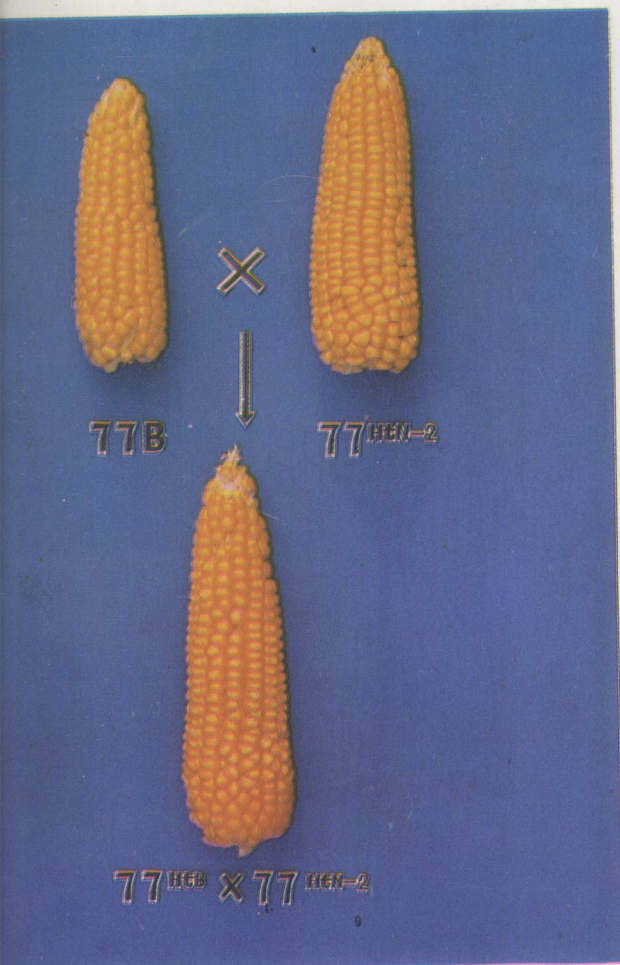
MO 17



MO 17的姊妹系豫20



姊妹种 (MO 17 × 豫20)



改良丹玉13制种田收获果穗

(河南省许昌县)

前 言

利用杂种优势使作物产量得以大幅度提高，这是遗传学对农业生产作出的最重大贡献之一。杂种优势利用最早、并在世界范围内普及推广的作物，首推玉米。

玉米杂交种应用于生产，从起步到大面积推广，至今天的蓬勃发展，在杂交种类型上曾经过几次演变。早年（1908）G. H. Shull 和 E. M. East 提出超显性学说，揭示了杂种优势的奥秘。但显示出强优势的单交种，由于其亲本自交系是通过连续多代自交育成，生长势弱，产种量低，种子价格高，未得以实际应用。1918年，D. F. Jones 建议采用双交种的方式。双交种的制种程式比单交复杂，但由于产种量高，种子价格低，因而迅速成功推广，从 30 年代一直沿用到 60 年代末。之后，由于育成一批产种量较高的优良自交系，各国相继以单交种取代了双交种，回到了最早提出的利用方案。单交种的最大优点是种子生产程式简单，农艺性状的整齐度、增产潜力均优于双交种。

玉米杂交种类型的上述演变，说明一个事实，即在生产上推广哪种类型的杂交种，不但取决于杂交种的产量水平，而且还取决于亲本的产种量。

基于上述认识，1960 年当我们在进行“玉米异地培育”的研究中看到一些新自交系，特别是一些早代系具有较高的配合力，且其自身产量较高的情况，便在山西召开的全国玉米育种工作会议的发言中，提出了在生产上直接利用单交种的建议。“新单一号”的成功推广，在我国实现从双交种向单交种的转变中，起到了开路先锋的作用。国外也是在这一时期转向单交种利用，逐步实现单交种化的。可见，这是不谋而合。

但是，通过长期的种子生产实践发现，在黄淮海玉米区和西南玉米区，由于生产水平较低，土壤肥力不足，旱涝自然灾害频繁，黄淮海地区又加上多为夏播，生长期较短等方面的原因，单交制种产量一直低而不稳。针对这种情况，河南农业大学玉米研究所、四川农业科学院作物所通过一系列研究与推广的实践，倡导采用改良单交的方式。用姊妹种替代自交系作为制种亲本，可提高制种产量 40% 左右，在灾害年份或逆境下甚至更高。改良单交的产量及农艺性状的整齐度与单交相比并不逊色。配制改良单交已成为当前一些种子公司降低种子生产成本，以在种子市场的价格竞争中占有优势的一种有效手段。因之，在短短几年中，不但在制种产量低的省份，而且在制种高产区都得到迅速发展。1992 年，改良单交在 12 省、区的种植面积已达 3471 万亩，占全国玉米播种面积的 10% 以上。这表明，我国玉米杂种优势的利用方式，已开始由单一推广单交种向单交、改良单交多元化的方式转变。

本书收录了有关姊妹系与改良单交的育种方法；姊妹种与其亲本系之间，以及改良单交与对应单交之间的产量、农艺性状、适应性与抗逆性比较；改良单交的种子生产技术、大面积推广利用等方面的论文和报告共 16 篇。国外，在生产上已大规模利用改良单交种，但有关姊妹系和改良单交的育种技术研究方面，在文献中极少报道。

在玉米种子生产上利用雄性不育系，可以减少去雄投工，提高种子质量，因而一度在国际上普遍推广。70 年代以后，由于原来广泛利用的 T 型不育系严重感病，停止利用。近年来，又有较大发展趋势。如美国 1988 年的不育胞质杂交种已占三分之一左右。我国在玉米雄性不育利用方面，始终未能打开局面，需要育种工作者共同努力。河南农业大学玉米研究所、四川农业科学院作物所及其合作者在玉米雄性不育遗传和利用方面，进行了长期研究。本书收录了他们发表和尚未发表的有关论文 15 篇。内容主要涉及 C 型雄性不育及其恢复性的遗传机理；恢复基因定位；不育系花粉败育的细胞学观察；育性稳定性以及有关 CI 小种对 C 型不育胞质的专业化性侵染的遗传研究，基因雄性不育保持系的选育研究，等等。这些论文，对今后开展雄性不育的研究和利用无疑具有参考价值与指导作用。

四川农业科学院、河南农业大学与有关协作单位合作完成的《玉米姊妹种配制改良单交技术》和《玉米姊妹系与改良单交的选育和大面积推广应用》项目，已分别荣获四川、河南两省的科技进步一等奖。这些成果，包括近年获河南省科技进步一等奖的《异地培育研究及其在作物育种和种子生产中的应用》项目在内，都是跨省、区，多部门合作完成的。由此可见，一项科研要获得较大成功，并迅速转化为现实生产力，必须依靠协作攻关，依靠科研单位与生产、推广部门进行密切合作，依靠参与研究的工作者同心同德，齐心协力。今后，科研在为社会主义市场经济服务中，还要进一步发扬大协作的精神。

在“六五”、“七五”国家玉米育种攻关课题中，种子生产技术改进和雄性不育利用是其中的研究内容。河南农业大学、四川农科院参与这些研究，得到攻关专家组组长李竞雄教授和专家组成员的热情关怀和指导，得到有关协作单位的大力支持。

我衷心支持本书的出版。将河南农业大学玉米所、四川农科院作物所及其协作单位近年在各种刊物发表的和尚未发表的有关改良单交和雄性不育研究方面的论文、报告汇集成册，主要目的是进行学术交流，以促进我国玉米育种事业的发展，同时也有助于得到同行们的批评指正。

吴绍骥

1993. 2. 15

目 录

玉米改良单交的研究

玉米种子生产技术改进的研究与实践	(1)
玉米 Mo17 姊妹种及改良单交的性状分析和效益估算	(8)
玉米 Mo17、77 姊妹种及改良单交技术的研究和应用	(13)
玉米姊妹系和姊妹种的配合力分析	(18)
玉米姊妹系与姊妹种及改良单交种的生理生化研究	(22)
玉米改良单交种选育方法的研究	(26)
玉米不同自交世代产生的姊妹系组配改良单交种的研究	(33)
不同 Ht 基因改良玉米自交系 77 的抗性表现及应用研究	(41)
利用姊妹种改进玉米杂交种子生产技术	(47)
应用姊妹种改进玉米种子生产技术	(51)
姊妹种在玉米种子生产上应用浅析	(54)
贵州省应用玉米姊妹种 Mo17—12、77—53 及其改良单交种的情况	(57)
昆明市利用玉米 77 姊妹种配制改良 73 单交技术的发展及效益分析	(59)
提高姊妹种 Mo17—12 繁育质量和产量的技术关键	(62)
浅议玉米改良单交高产优质制种技术	(65)
改良丹玉 13 在南阳地区的推广应用	(68)

玉米雄性不育的研究

玉米 C 型胞质雄花不育的遗传及其在生产上的应用	(69)
玉米 C 型胞质雄性不育恢复性遗传研究	(77)
玉米 C 型胞质雄性不育系花粉败育的细胞学研究	(88)
玉米 C 型胞质雄性不育系花药发育的细胞学观察	(93)
玉米 C 型胞质雄性不育恢复基因的定位研究	(98)
玉米 C 型雄性不育弱恢复基因定位研究初报	(106)
玉米 C 群不同亚群雄性不育胞质对玉米小斑病菌 C 小种侵染的反应	(112)
玉米 C 群不同亚群雄性不育胞质对小斑病 (<i>Bipolaris maydis</i>) C 小种侵染的病理反应研究	(116)
玉米小斑病 (<i>Bipolaris maydis</i>) CI 小种与玉米 C 群不育胞质及其核背景的遗传关系研究	(123)
玉米 C 型胞质雄花不育在不同自交系的育性反应及其抗病性表现的研究	(133)
玉米不育胞质杂交种雄花育性恢复稳定性的研究 I	(137)
玉米不育胞质杂交种雄花育性恢复稳定性的研究 II	(144)
玉米基因雄性不育双杂合保持系的选育研究	(151)
玉米 ms 和 y 基因之间的交换值测定	(159)
玉米杂交种 73 单交种子生产和不育化的研究	(164)

玉米种子生产技术改进的研究^①

——利用姊妹系配制改良单交种的研究与实践

陈伟程 罗福和 季良越

陈绍江 胡彦民 刘宗华

(河南农业大学玉米研究所)

汤 洁

(河北省承德地区种子公司)

摘 要

以7个自交系为测验种对Mo17与其2个姊妹系豫20、豫30的一般配合力进行测定的基础上,利用配合力高于Mo17的豫20配成姊妹种(Mo17×豫20)。再以4个测验种对其配合力进行测定的结果,姊妹种与其双亲的配合力无显著差异;以姊妹种配成改良单交($A_1 \times A_2$)×B,可获得与对应单交A×B相同的产量。

对改良单交与其对应单交的7个农艺性状和蛋白PAGE分析的结果说明,二者的主要农艺性状及其整齐度基本相同。

在小面积试验和大面积制种实践中,以姊妹种(Mo17×豫20)代替Mo17作亲本配制中单2号、丹玉13等改良单交种,可提高制种产量40%左右,甚至成倍增产。目前已有多个省开始大面积配制改良单交,这是解决单交种制种产量低而不稳状况的有效途径。

关键词: 玉米;改良单交;姊妹系;姊妹种;种子生产

玉米杂种优势利用的方式经历过几次演变。曾长期作为主要利用方式的双交种,在60年代以后逐步被单交种或三交种取代。杂交种类型的更换和杂交组合更新的双重作用,使玉米单产得到较大幅度的提高。与双交种相比,单交种具有更大的增产潜力,农艺性状更整齐,种子生产程序也大为简化,其主要缺点是制种产量低。一些单交种虽具高产性能,但因亲本自交系生产力低,种子生产成本高,不能大面积推广。在黄淮海玉米区主要为夏播制种。因生长期短,自然灾害较为频繁,单交制种产量低而不稳,农民不愿制种,导致近年严重缺种。鉴此,迫切需要开展玉米种子生产技术改进的研究。

众所周知,单交种制种产量低是由于作为杂交亲本的自交系是经多代连续自交育成的。遗传纯合的结果,带来生活力的衰退和产种量的大幅度下降。育种家根据杂优势的遗传学原理,

① 原载:高技术新技术农业应用研究:974—979,1991年8月,中国科学技术出版社。作了修改与补充

在 70 年代提出了用姊妹系间杂交种（以下简称姊妹种）替代以自交系作为杂交亲本的种子生产新方法，其种子生产程式是 $(A_1 \times A_2) \times B$ 。用这种方式配出来的杂交种称为改良单交种。美国及欧洲一些国家已广泛利用这种方式生产玉米杂交种^[1,2]。我国也曾开展过一些研究，但一直未能大规模投产应用。

本研究旨在为当前国内推广面积最大的几个单交种的共同亲本自交系 Mo17 筛选出优良的姊妹系，并通过研究和大面积制种实践，对这种种子生产方式的可行性、制种产量提高的幅度、改良单交与单交种的产量、农艺性状及其整齐度进行比较和分析，为今后推广提供依据。

材 料 与 方 法

1986 年，用 Mo17 与通过回交育种法产生的两个姊妹系豫 20、豫 30 作母本，以 E28、黄早 4、武 109、5003、32、综 3、340 等七个自交系作父本，按 NC I 设计作可能的杂交组合。采用随机区组排列，三次重复，三行区，行长 5m，行距 66cm，株距 30cm，种植密度每亩 3300 株。对产量性状进行方差分析和配合力分析。在此基础上，以 Mo17、豫 20、Mo17×豫 20 作母本，E28、自 330、武 109、掖 107 四个自交系为父本，按同样的试验设计和田间排列、种植方式，比较姊妹系与姊妹种的配合力，以及中单二号、丹玉 13、烟单 14 与其对应改良单交种的主要农艺性状和整齐度。

对 Mo17、豫 20、豫 30 及以之配成的两个姊妹种的九个主要农艺性状进行观察比较。在河南省五个县、八个地点，在相同种植密度、父母本行比和水肥管理条件下进行单交种与改良单交种的制种比较试验。对 1987 年以来河南、四川等省大面积制种的结果进行了汇总。

为从分子水平上比较改良单交与其对应单交的遗传差别，以及它们与三交种之间的整齐度，以丹玉 13、改良丹玉 13、郑三 3 号及其亲本为材料，采用郑州粮食学院周展明等研制的玉米蛋白聚丙烯酰胺凝胶电泳法（国家发明专利，审定号 CN 1014638B）程序，以粒为单位进行种子蛋白质 PAGE 分析。

结 果 与 分 析

一、姊妹系与姊妹种的配合力比较

对以 E28 等七个自交系为父本，Mo17、豫 20、豫 30 三个姊妹系作母本配成的 21 个杂交组合的产量进行方差分析的结果（表 1），母本之间的配合力差异达到显著水平，父本之间的配合力差异达到极显著水平；父母本之间还存在着互作效应。进一步分析了三个姊妹系的一般配合力效应，结果显示（表 2），豫 20 的一般配合力效应值最高，依次是豫 30、Mo17。但豫 20 与豫 30 之间，以及豫 30 与 Mo17 之间的差异不显著；豫 20 与 Mo17 之间的差异则达到显著水平。据此确定选用豫 20 与 Mo17 配制姊妹种，并以 E28、自 330、武 109、掖 107 作测验种，对这两个姊妹系和姊妹种（Mo17×豫 20）的配合力作进一步测定。测交试验的结果表明（表 3），母本之间的配合力差异达到显著水平，父本之间的配合力差异达到极显著水平，父母本之间不存在互作效应。对三个母本的一般配合力效应值进行分析比较的结果显示，豫 20 的一般配合力显著高于 Mo17 和 Mo17×豫 20，但 Mo17 与 Mo17×豫 20 之间无显著差异（表 4）。这一结果与上一试验对三个姊妹系配合力测定的结果是一致的，说明利用姊妹种 Mo17×豫 20 配制的改良单交与用 Mo17 配制的相应单交会获得相同的产量水平。

表 1 三个姊妹系与七个测验种测交的产量方差分析

变异来源	SS	df	MS	F
区 组 间	58340.00	2	29170.00	
P ₁ (♀)	281952.00	2	140976.00	6.19*
P ₂ (♂)	1572888.00	6	262148.00	11.51**
P ₁ ×P ₂	704936.00	12	58744.77	2.58*
机 误	911348.00	40	22783.70	

*, ** 分别达 0.05 和 0.01 显著水平。

表 2 三个姊妹系的一般配合力效应及其差值的显著性比较 (NC I, 3×7)

姊妹系名称	gca	豫 20	豫 30
豫 20	78.08		
豫 30	12.32	62.76	
Mo17	-87.4	162.48*	99.72

注: LSD0.05 (40) =143.8

表 3 Mo17、豫 20、Mo17×豫 20 与四个测验种测交的产量方差分析

变异来源	SS	df	MS	F
区 组 间	172358.00	2	86179.000	
P ₁ (♂)	913888.00	3	304629.400	22.264**
P ₂ (♀)	108102.00	2	54051.000	3.950*
P ₁ ×P ₂	85682.00	6	14280.300	1.041
机 误	301014.00	22	13682.450	

*, ** 分别达 0.05 和 0.01 显著水平。

Mo17、豫 20、Mo17×豫 20 的一般配合力效应

表 4 及其差值显著性比较 (NC I, 3×4)

材 料 名 称	gca	豫 20	Mo17
豫 20	85.25		
Mo17	-29.37	114.62*	
Mo17×豫 20	-55.88	141.13*	26.51

注: LSD0.05 (22) =99.03

丹玉 13、中单二号、烟单 14 与其对应

表 5 改良单交种的主要农艺性状比较

杂交种名称 及 差 值	株高(cm)		穗位高(cm)		穗长(cm)		穗粗(cm)		穗 行 数		行 粒 数		单穗粒重(g)	
	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)	$\bar{X}$	cv(%)
丹 玉 13	259.7	4.6	101.3	9.7	18.3	12.18	4.50	5.14	14.9	9.13	41.3	10.00	180.7	19.63
改良丹玉 13	259.5	5.4	98.0	10.4	20.2	11.06	4.63	5.28	15.6	7.82	39.33	14.72	187.6	31.17
d	0.2	-0.8	3.3	-0.7	-1.9	1.12	-0.13	-0.14	-0.7	1.31	1.97	-4.72	-6.9	-11.54
中 单 二 号	280.8	4.0	110.3	11.6	18.6	20.06	3.80	13.34	13.9	9.6	29.9	33.69	150.9	35.75
改良中单二号	287.0	3.4	112.5	9.8	19.3	13.51	4.58	6.62	14.0	10.27	35.3	19.21	184.8	22.54
d	-6.2	0.6	-2.2	1.8	-0.7	6.55	-0.78	6.72	-0.1	-0.67	-5.4	14.48	-33.9	13.21
烟 单 14	259.8	5.0	100.3	10.9	17.5	8.99	4.50	4.97	14.1	11.5	37.7	9.47	165.3	19.26
改良烟单 14	266.0	3.9	111.3	11.3	16.6	9.96	4.45	6.49	13.86	8.56	35.17	10.15	159.1	27.24
d	-6.2	1.1	-11.0	-0.4	0.9	-0.97	-0.04	-1.52	0.24	2.94	2.53	-0.68	6.2	-7.98

注 d=单交种-改良单交种；

二、改良单交种与单交种的主要农艺性状和整齐度比较

改良单交种的各主要农艺性状及其整齐度与对应单交种相比较有无明显差别,是人们所关注的。表 5 列示了丹玉 13、中单二号、烟单 14 三个单交种与其对应改良单交种的七个主要农艺性状的数值和变异系数。丹玉 13 与改良丹玉 13 比较,各性状的平均值差异不大;七个性状中,有五个性状单交种的变异系数小于改良单交种,其中四个性状的差值仅为 0.4~4.72%,仅穗粒重的差值较大(11.54%),但其平均值高于单交种 6.9g。烟单 14 与改良烟单 14 相比,各性状表现相似,变异系数差值的幅度为 0.4~7.98%。而中单二号有六个性状的整齐度不及改良中单二号,变异系数差值的幅度为 0.4~14.48%。通过上述比较可以看出,改良单交种与其对应单交种的农艺性状基本相同,并且大多数性状的整齐度也是接近的。

三、单交、改良单交与三交及其亲本的种子蛋白质 PAGE 分析

对丹玉 13 (Mo17×E28)、改良丹玉 13 [(Mo17×豫 20)×E₂₈]、郑三 3 号 [(郑 32×黄早 4)×齐 302] 及其亲本系的种子蛋白质 PAGE 图谱分析的结果(见图版 1): Mo17 与其姊妹系豫 20、姊妹种 (Mo17×豫 20) 三者之间,除豫 20 少一条弱带外(图 A,箭头所示),其余谱带没有明显差异。父本自交系 E28 至少比它们多了三条强或次强带。丹玉 13 与改良丹玉 13 的谱带基本相同,它们的谱带是其双亲谱带的叠加,显示出共显性的遗传效应。单交种与改良单交种个体之间的蛋白谱带相当一致;而三交种郑三 3 号的不同个体的谱带呈现很大差别,表明前二者的群体内涉及种子蛋白表达的基因型是一致的,而三交种的群体内则表现出明显的遗传分离。上述结果与田间的农艺性状观察结果,从分子、个体、群体水平上说明,虽然改良单交的种子生产采用的是“三交”方式,但就其遗传实质、个体与群体的表型及性状整齐度等方面,都趋同于单交种,而有别于三交种。

四、改良单交种与单交种制种产量比较

(一) 小面积制种试验

1988 年在八个地点进行的改良单交种与单交种制种对比试验结果见表 6。

表 6
改良单交与单交制种试验结果
(1988 年, 河南省种子管理总站)

试 验 地 点	产 量 (公斤/亩)		制种面积 (亩)	母、父本行比
	♀Mo17×豫 20	♀Mo17 (CK)		
鲁 山 县	257.8	178.1	1.6	4 : 1
许 昌 县	308.6	175.1	1.0	6 : 1
偃 师 县	248.4	176.6	0.6	4 : 1
嵩 县	282.0	203.4	0.25	4 : 1
嵩 平 县	219.5	157.5	5.07	4 : 1
遂 平 县	164.4	102.3	0.432	3 : 1
遂 平 县	171.0	120.0	0.648	5 : 1
平 均	229.38	157.47		
(%)	147.7	100.0		

表 6 数据表明, 在种植密度、父母本行比、水肥管理水平相同的条件下, 用 Mo17 自交系制种, 最高的产量为 203.4 公斤/亩, 最低的只有 102.3 公斤/亩, 八个试点平均亩产 157.47 公斤。用姊妹种 Mo17×豫 20 制种, 产量最高的达到 308.6 公斤/亩, 最低的亩产 164.4 公斤, 平均亩产 229.38 公斤, 比用 Mo17 制种增产 47.7%。

1987 年由四川省玉米种子生产技术协作组在遂宁市等五个地点用 Mo17 和 Mo17×豫 20 进行制种试验, 配制中单二号平均亩产种子 163.2 公斤; 配制改良中单二号平均亩产种子 226.7 公斤, 比前者平均增产 38.9%。五个点的增产幅度为 21.3~65.4%。

在自然灾害年份, 改良单交的制种产量增加的幅度更大。如 1989 年在严重干旱条件下, 河北省承德地区兴隆县种子公司的制种试验中, 中单二号和丹玉 13 的制种亩产分别为 123 公斤与 130.5 公斤, 改良中单二号和改良丹玉 13 的制种产量分别达到 271 公斤/亩和 262 公斤/亩, 较前者分别增产 120.3%和 100.8%

(二) 大面积制种产量

1988 年在河南省方城县配制改良丹玉 13 共 1700 亩, 因麦收后干旱, 比常年播期推迟 20 天, 仍获得平均亩产 195 公斤的收成。1989 年在许昌市进行大面积连片制种, 三个制种区配制改良丹玉 13 共 4027 亩, 平均亩产 225 公斤, 比丹玉 13 制种增产 50 公斤左右。其中长葛县谷庄 6 组的 130 亩平均单产 260.45 公斤; 最高亩产 329.8 公斤。

1988 年在四川、甘肃省的八个县配制改良中单二号共 1.83 万亩, 调查统计了其中的 6986 亩, 平均亩产 278.5 公斤, 比用 Mo17 配制中单二号平均亩产 185.6 公斤, 提高 92.6 公斤, 增产 50.05% (表 7)。1989 年四川省配制改良中单二号、改良 73 单交约 4 万亩, 统计了部分制种田产量, 其中改良中单二号、改良丹玉 13 等 26210.97 亩, 平均亩产 223.37 公斤, 较单交制种增产 36.21%。其中乐至县配制的 1650.7 亩平均亩产达到 288.6 公斤。

改良单交种制种产量大幅度提高的主要原因是由于两个姊妹系的有关杂种优势的基因略有差别, 杂交后产生的姊妹种, 由于其若干基因座的杂合性或互作导致相应的优势效应, 使

其发芽、出苗迅速，顶土力增强，克服了 Mo17 自交系发芽势差、容易缺苗的缺点；Mo17×豫20的抽雄、吐丝期提早而整齐，大面积制种田从抽雄始期至结束约需7天，而Mo17需10~12天，吐丝始期至末期也较 Mo17 缩短 4 天，因而可以减少人工去雄和辅助授粉的用工，且能显著提高结实性和减少空秆率。姊妹种从苗期开始，一直表现较强的生长优势，增强了抗灾能力，单株生产力也明显高于自交系，表现高产、稳产。

表 7 改良单交与单交制种产量比较

制 种 地 点	Mo17×豫 20 作母本的		Mo17 作母本的 (ck)		较 CK 增产 (%)
	面 积	产量 (公斤/亩)	面 积	产量 (公斤/亩)	
射 洪 县	2563.3	232.70	2508.00	142.70	63.07
中 江 县	3077.4	234.05	190.60	80.56	190.20
广 安 县	415.0	251.10		193.10	30.04
梓 潼 县	836.45	119.95	210.20	94.60	26.80
开 江 县	30.0	197.80		126.50	56.40
大 竹 县	23.83	334.00	41.74	212.87	56.90
三 台 县	12.2	427.00	10.30	353.30	20.86
徽县 (甘肃省)	8.2	431.60		281.30	53.40

注：1988 年，四川省玉米种子生产技术协作组

讨 论

改良单交种在国外虽已广泛推广，因涉及商业利益，极少公开报道。我国近年有一些研究报告，但未形成较大规模的种子生产。现据我们的研究及在河南、四川等省进行大面积推广实践的体会，就以下几个问题，提出一些粗浅看法，供讨论。

1. 推广改良单交种的现实意义和发展前景 通过 4 年来的研究和大面积制种的实践表明，改良单交种与对应单交种在产量和性状的整齐度上，基本保持一致，并可能在若干性状上有所改进，在抗性和适应性上有所增强。利用姊妹系间杂交种配制改良单交，比用常规法配制单交，可以较大幅度提高制种产量，因而可以减少制种面积，降低种子价格，并使种子生产者得到较高的经济效益。一经推广，便取得立竿见影的效果。

看来，改良单交种在今后会得到迅速发展。目前，我国北方和黄淮海地区的玉米推广种中，以 Mo17、黄早 4 为亲本的组合占很大比重，西南山区以 77 自交系为亲本的单交种占有较大面积。这三个自交系的姊妹系已相继育成，为加速改良单交种的利用奠定了基础。

改良单交种兼具三交种和单交种的优点，在种子生产程序上类似于三交种，就其遗传基础而言相当于单交种。它的制种产量虽然低于三交种，但显著高于单交种。杂交种的产量、性状的整齐度高于三交种，达到单交种相同的水平。在育种程序上，由于姊妹系可在自交系选育的过程中同时衍生出来，省去三交组合的选配、鉴定、产比的程序，育种年限缩短，有利于加速杂交种的更新。采用改良单交法，不但可以利用姊妹系间杂交产生的优势效应来提高制种产量，还能有目的地通过两个姊妹系导入不同的抗性基因，以提高杂交种的抗病性和适应性。

利用雄性不育胞质的姊妹种来配制改良单交，不但可以提高制种产量，而且繁殖姊妹种和配制杂交种时，均不需进行人工去雄，是理想的种子生产方式，今后应加以提倡。新疆农垦科学院 1988 年利用河南农业大学提供的雄性不育胞质的姊妹种配制恢复型的改良 SC704 [E_s-cmsMo17×豫 20)×B₇₃ (Rf)] 已大面积推广。

综上所述,推广改良单交种不应看作是为了解决一些地区和当前推广的一些单交组合制种产量过低而采取的权宜之计,而应视为有发展前途的种子生产方式之一。

2. 姊妹种的优势强度与改良单交种产量的关系 改良单交的种子生产方式既可利用远亲杂交产生的强优势使杂交种的产量达到单交种的水平,又能利用近亲杂交产生的优势效应达到提高制种产量的目的。根据遗传学原理,亲本之间遗传分歧的大小与杂种优势的强度是呈正相关的,如果姊妹系间的遗传差别较大,虽能较大幅度提高制种产量,但可能导致改良单交种杂种优势和整齐度的降低,得不偿失。反之,如果姊妹系之间的遗传差别太小,制种产量提高不多,反而增加配制姊妹种的工序,也不可取。这个“度”如何掌握,是值得研究的课题。从本研究的结果来看,姊妹种的产量高于其亲本自交系的30~40%,改良单交种的产量仍能与单交种持平。

3. 严格保证姊妹系和姊妹种的繁殖质量是种子生产技术的关键环节 改良单交的亲本繁殖经过两道工序,即繁殖自交系与配制姊妹种,增加了混杂的机会。为保证亲本的遗传纯度,河南、四川等省采取由省集中繁殖,向制种单位统一供种的措施。1990年又采取跨省协作的方式,选择优良生态和隔离条件的种子生产基地集中繁殖亲本。在今后推广工作中,如何建立适应于这一种子生产技术的种子生产体系,值得进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 中国农业科学考察团赴美国农业科学考察报告,中国农科院情报所,1974
- [2] Sprague, G. F. et al., Corn and Corn Improvement, Third Edition, 1988, PP. 567