

玉米姊妹交技术及其应用(综述)

柯永培

(四川农业大学农学系,雅安 625014)

摘要 玉米姊妹交技术是以遗传方法克服自交衰退的一种技术进步。用具有一定遗传差异的玉米姊妹系杂交,通过姊妹种配制改良单交种能大幅度增加繁育制种产量,显著提高种子生产效益,并可适当增加杂交种的产量及稳产性。选育玉米姊妹系的主要方法有自交分离法、回交转育法和杂交选育法。筛选玉米改良单交种应同时兼顾杂交种的杂种优势及其亲本姊妹种的增产效应,并必须经过多生态比较鉴定后才能使用。种子生产的技术核心是保证姊妹系的遗传纯度和姊妹种的种子质量。该项技术在国内大面积推广应用,取得了显著的社会经济效益。

关键词 玉米 姊妹系 改良单交种 种子生产

利用玉米杂种优势的关键之一,是如何经济有效地生产 F_1 杂交种子。G. H. Shull (1909)曾最早提出玉米单交种设想,但因玉米自交衰退严重,杂交种子生产成本太高而未被采纳^[8,19]。直到 D. F. Jones (1918)建议改用双交种后,玉米杂交种才于 30 年代开始应用于大田生产^[1,8,19,20]。60 年代初以来,一方面由于育种技术的进步,使自交系自身产量得到了一定程度的改良^[19],相应地提高了 F_1 的产种量。另一方面,通过对改进种子生产技术的研究,其中包括利用玉米姊妹交技术^[17-23],大幅度提高了繁育制种产量。从而使优势更强的单交种逐渐取代双交种^[1,19],获得了显著的增产效益。

1 利用玉米姊妹交技术的原理和程序

1.1 技术原理

玉米姊妹系是由同一原始亲本经不同方法选择和培育出的性状相似的一系列自交系^[19]。由于遗传上的“多因一效”、基因重组与互作、同效基因的位点数目不等或位置不同等方面的影响,加上连续的人工选择作用,造成了姊妹系间某些基因或基因位点的遗传差异。正因为这些遗传组成上的微小差异,育种上则可利用携带不同有利基因位点的姊妹系进行杂交,以减少部分不利隐性基因的纯

合性,使姊妹种发挥出一定的优势效应。利用姊妹种配制改良单交种,可以显著减轻或克服近交衰退的不利影响,大幅度提高繁育制种产量^[2]。同时,由于姊妹系之间绝大多数遗传性状相似,故其姊妹种也能保持特定的基因型序列,从而保证了改良单交种具有良好的整齐度和强大的杂种优势。另外,因姊妹种的异质性增加,有利于增强改良单交种的稳产性能。

1.2 利用程序

利用玉米姊妹交技术的一般程序^[2]为:首先选育具有一定遗传差异的若干姊妹自交系,然后利用姊妹系间杂交配制姊妹种,从中选^[2]具有一定优势效应的姊妹种作亲本,与另外的自交系或姊妹种杂交组配改良单交种,最后对这些改良单交种进行比较鉴定,筛选出符合育种目标要求的改良单交种,满足生产需要。

2 姊妹系的选育

2.1 自交分离法

在选育自交系的过程中, S_1 穗行内个体开始出现分离。从这一代开始,可在优良的穗行内根据育种目标选留部分姊妹株,继续进行自交分离并结合定向选择,即能培育出具有不同优良基因位点的姊妹系^[3,6]。另外,也

可利用优良自交系群体中产生的有利变异株,进一步分离姊妹系^(2,3)。

2.2 回交转育法

在某优良自交系无姊妹系时,用该系与另外的自交系杂交,并以原优良自交系作轮回亲本连续回交。可选育出与原系基本相似的姊妹系^(2,3)。这种方法能把改良自交系的个别缺点与选育新姊妹系有机结合起来,故育种效率高。

2.3 杂交选育法

用现有玉米姊妹系进行杂交,从中选择优良单株自交分离,因其杂交双亲的主要遗传组成相似,故能筛选出个别性状有所改进的大量新姊妹系^(2,3)。此外,用不同的自交系与某优系分别杂交或混合授粉,通过连续自交分离和定向选择,同样能选育出新的姊妹自交系。

3 姊妹种及改良单交种的组配与筛选

3.1 姊妹种及改良单交种的组配

在精选优良姊妹系的基础上,可借用常规组配方法,如“双列杂交法”或“骨干姊妹系法”等配制姊妹种。将这些姊妹种与原姊妹系对比鉴定和进行配合力测定后,初选出配合力至少与亲本姊妹系相当,自身产量及主要农艺性状均有明显改善的姊妹种。用初选的姊妹种与另外的自交系或姊妹种按同样的方法组配改良单交种,供鉴定评选。

3.2 鉴定评选

罗福和等(1993)⁽⁷⁾研究表明,当姊妹系之间差异不大时,其姊妹种与自交系无本质区别,姊妹种的产量与相应改良单交种的产量无显著相关,改良单交种的产量主要取决于姊妹种与父本自交系的配合力。但姊妹系相差较大时,两者之间则存在相互制约的关系^(3,10),即姊妹种的优势过强,可能削弱改良单交种的优势效应;反之,姊妹种的优势过小,势必影响制种的增产效果。因此,鉴定评选组合时,必须兼顾两者的目标性状,在保证改良单交种杂种优势的同时,协调姊妹种的

增产效应。为减少工作量,也可参照三交种产量预测的方法预测改良单交种的产量^(7,9)。四川农业大学(1991)⁽⁴⁾用双亲配合力总效应(Tca)作选择指标,首先评选出产量及主要性状 Tca 与相应普通单交种相当的改良单交组合,再从中筛选比亲本姊妹系单株产量 Tca 高及其它农艺性状也显著改善的母本姊妹种。这些姊妹种及其配制的改良单交种即是入选组合。

3.3 多生态比较试验

为进一步确定入选组合的高产稳产性及适应范围,必须选择不同生态区设置随机重复的正规比较试验,考察姊妹种及改良单交种的产量及其组成性状、抗病性和抗逆性等性状。对多年多点试验资料,通过稳定性参数(如回归系数、离回归均方等)的比较鉴定,决选出与普通单交种环境反应相似,产量相当或略有提高,整齐度(常用株高和穗位高的变异系数衡量)及多数农艺性状相似的改良单交种⁽⁸⁾。并保证其母本姊妹种比常规母本自交系显著增产,增幅一般应在 20% 以上⁽⁸⁾,才能获得较理想的制种效益。

4 种子生产技术规程

改良单交中利用姊妹种主要有两种模式^(13,18),即 $(A \times A_1) \times B$ 和 $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$ (式中 A 与 A_1 、B 与 B_1 互为姊妹系),其中应用最广泛的为 $(A \times A_1) \times B$ 类型^(8,18)。分别在隔离区内繁殖姊妹系,配制姊妹种和相应的改良单交种即可达到目的。其技术核心是保证姊妹系的遗传纯度和姊妹种的种子质量,主要技术规程如下:

4.1 姊妹系原种繁殖

姊妹系原种由科研单位提供,姊妹系扩繁必须由技术水平高的专业化基础种子基地承担。采用穗行测交提纯法繁殖,并保持足够大的群体,防止遗传漂移。各姊妹系成对自交、测交穗行至少 200 行以上,通过测交穗行比较鉴定,淘汰配合力下降及变异类型,保持其典型性和遗传纯度。有限世代扩繁不超过

原种二代^(8,11),即每两年须更换一次姊妹系原种。

4.2 配制姊妹种

由亲繁种子基地负责。确保隔离安全,防止遗传污染,父母本去杂去劣彻底,母本去雄及时干净。坚持在各生育关键时期进行田间检验,严格分收分晒和进行室内检验,并抽样进行田间纯度鉴定,保证姊妹种种子达到国颁单交种一级标准⁽¹¹⁾。

4.3 组配改良单交种

由各种子公司分片制种。统一采用达标的优质姊妹种,做到隔离安全,严格按技术规范去杂去劣及母本去雄,分收分晒,并坚持田间、晒场和室内检验。要求改良单交种种子达到国颁单交种二级标准以上⁽¹¹⁾,以充分发挥其杂种优势潜力。

5 应用效果

国内研究玉米姊妹交技术虽起步较晚,但进展很快。研究成果已先后在全国 10 多个省份迅速推广应用,品种涉及全国主推种中单 2 号、丹玉 13、烟单 14 和七三单交等杂交组合,经济效益显著^(5,8-15)。应用效果主要表现在两个方面。

5.1 姊妹种较其亲本系产量大幅度提高,多数农艺性状明显改善,种子生产效益十分显著

许多研究及应用结果表明,姊妹种比亲本姊妹系一般增产 20~40%^(3,8,10,15,16),有的高达 50% 以上^(6,7,9,12,13)。其相应的产量组成性状,特别是行粒数及千粒重^(9,10)亦表现出较强的杂种优势。田间农艺性状明显改善,幼苗长势好^(9,12),抗逆性增强^(9,16),利于苗齐、苗全、苗壮。姊妹种的整齐度也保持了与相应的姊妹系基本一致,有的在穗部性状上还得到明显改进⁽⁶⁾。这些特性均有利于提高和稳定繁殖制种产量,从而达到了降低制种成本、减少制种面积和提高制种效益的目的^(4,10)。

5.2 改良单交种至少保持了相应普通单交种的杂种优势,部分性状有所改进

从全国大面积推广应用改良单交种的效果^(4,8)看,其籽粒产量与相应的普通单交种产量持平或略有提高,产量组成性状也大体相同。据黄宜祥等(1991)⁽⁶⁾报道,1987~1990 年四川省对中单 2 号等品种与其相应改良单交种的对比试验进行了跟踪验收,4 年 104 点的结果表明,改良单交种较相应的普通单交种平均增产 4.71%,变幅为 +16.3~1.7%,其中 100 个试点增产,仅有 4 点减产 1.7% 以内。并且它们的产量稳定性参数差异不显著,表明两者对不同生态环境的适应性相似⁽⁸⁾,改良单交种也基本上保持了普通单交种的群体整齐度^(6,8)。同时,由于异质性增加,增强了改良单交种的抗逆性和抗病性^(4,8,16),并伴随着田间植株持绿期延长和籽粒千粒重增加^(4,8)等有利性状。

综上所述,玉米姊妹交技术以遗传方法克服了自交系的近交衰退,是种子生产的一种技术进步⁽¹⁾。利用姊妹种能大幅度增加繁育制种产量,显著提高制种效益;并可适当增加改良单交种的产量及稳产性能。截至 1991 年,仅四川、甘肃、贵州、陕西、云南 5 省利用该技术制种面积已达 1.2 万公顷,净增产种量 2033.6 万公斤;推广改良单交种 153.4 万公顷,增产玉米 36997 万公斤,累计新增产值达 2.37 亿元。可以预计,该项技术具有广阔的应用前景,必将产生更大的经济效益。

参 考 文 献

- [1] 李克雄,《玉米杂种优势研究回顾与展望》,北京,科学出版社,1992,1-7
- [2] 《玉米遗传育种学》编写组,《玉米遗传育种学》,北京,科学出版社,1979,195
- [3] 西南农业大学、四川农业大学主编,《作物育种学》(各论),北京,农业出版社,1992,132-133
- [4] 李远春等,《玉米 M017 姊妹种及改良单交种的性状分析及效益估算》,西南农业学报,1989,2(1),6-10
- [5] 陈伟程等,玉米种子生产技术改进的研究 I. 利用姊妹系配制改良单交种的研究与实践,《河南农业大学学报》,1990,24(1),27-34
- [6] 周宗华等,玉米姊妹系的选育与利用,《农业大学学报》,1992,26(3),217-223

(上接第13页)

- [7] 罗福和等, 玉米改良单交种选育方法的研究, 《作物学报》, 1993, 19(4): 321—327
- [8] 黄宜祥等, 玉米 M017-77 姊妹种及改良单交技术的研制和应用, 《种子》, 1991, (3): 27—30
- [9] 周英伦等, 用“姊妹系杂交法”配制玉米改良七三单交种对提高单交制种产量的初步探讨, 《种子》, 1983, (4): 36—40
- [10] 许明学等, 玉米改良单交种比较研究的初步结果, 《吉林农业科学》, 1990, (3): 26—31
- [11] 邓善润等, 应用姊妹种改进玉米种子生产技术, 《种子》, 1991, (6): 54—55
- [12] 杨崇品等, 利用姊妹系间杂交提高玉米制种产量, 《种子世界》, 1988, (8): 18
- [13] 夏瑛光等, 提高玉米制种产量与效益的几点看法, 《种子世界》, 1987, (7): 18—19
- [14] 苑贵华, 玉米姊妹系制种方法的研究, 《陕西农业科学》, 1987, (3): 10—12
- [15] 李秀军等, 利用姊妹种改进玉米杂交种子生产技术, 《甘肃农业科技》, 1990, (4): 4—6
- [16] 黄宜祥等, 不同 Ht 基因改良玉米自交系 77 的抗性表现及应用研究, 《西南农业学报》, 1990, 3(1): 12—16
- [17] Aldrich, S. R., et al., 1986, Modern Corn Production

(3rd ed.), Champaign, A & L Publications, Lnc., 43—45.

- [18] Feistritz, W. P., (ed.), 1982, Technical Guideline for Maize Seed Technology, Rome: FAO Publications Division, 13—19.
- [19] Hallauer, A. R., and J. B., 1988, Miranda, F.O., Quantitative Genetics in Maize breeding (zhed ed.) Ames, Iowa State Univ. Press, 1—19, 299—336.
- [20] Jenkins, M. J., 1978, Maize Breeding During the Development and Early Years of Hybrid Maize, In Maize Breeding and Genetics, David B Walden (ed.), New York, A Wiley-interscience Publication, 13—28.
- [21] Loeffel, F. A., 1971, Development and Utilization of Vigorous Parental Lines, In Proc, 26th Corn and Sorghum Industry Res., Conf., Chicago: American Seed Trade Assoc, 209—217.
- [22] Stangland, G. R., et al., 1981, Variability Within Single Crosses of S_2 and S_3 inbred lines of Maize, Maydica, 26: 227—238.
- [23] Steele, L., 1978 The Hybrid Corn Industry in the United States, In Maize Breeding and Genetics, David B. Walden (ed.), New York, A Wiley-interscience Publication, 29—40.