

# 不同地理来源的玉米品种 杂种优势的研究\*

王 义

(吉林省农科院玉米研究所)

## 提 要

在三个不同地理来源的12个玉米品种的双列杂交中(包括一组 $F_1$ 和亲本,没有反交),研究了11个性状的杂种优势,并在逐步回归基础上进行了通径分析。结果表明:品种的地理来源可以作为一个指标来衡量品种间杂种优势和遗传差异的大小。杂种优势与地理来源有密切的关系。不同胚乳类型间的杂种优势大于相同胚乳类型间的杂种优势。单株产量优势与其他8个性状的优势密切相关,而杂交种的单株产量与7个性状密切相关。对单株产量优势贡献较大的直接作用依次为:百粒重、穗粗和每穗粒数优势;对单株产量贡献较大的直接作用依次为:每穗粒数、百粒重和穗粗。

## 前 言

近年来,玉米育种处于“爬坡”阶段,原因之一是育种所用材料的亲缘关系较近,种质资源的遗传基础狭窄。七十年代美国小斑病的大流行,使育种界对遗传脆弱性所造成的危害引起了极大的重视。因此很多育种工作者都强调外来种质的利用。我们目前的育种材料主要包括国内和美国玉米带的种质。近年来我们引进了一批法国和日本的种质,并鉴定出一些有利用价值的材料。这两个地理来源的种质是在不同的生态地理条件下,长期驯化、栽培、选择形成的,其遗传基础显然不同于东北或美国的种质。法国和日本的种质是扩大我们育种材料遗传基础的重要来源。本文研究了法国、日本和东北这三个地理来源的种质之间优势表现,并对如何合理利用这些种质进行群体改良进行了初步探讨。

## 材 料 和 方 法

### (一) 试验材料

1. 法国品种: FP<sub>47</sub>, 硬粒种; FP<sub>12</sub>, 硬粒种; FP<sub>58</sub>, 硬粒种; ES(ESTAR-VIELLES), 硬粒种。
2. 日本品种: 妻梁黄, 硬粒种; 洞内-1, 硬粒种; 平野在来, 硬粒种; 白色在来, 硬粒种。
3. 东北品种: 东丰小粒红, 中间偏马齿型; 怀德灯笼红, 中间偏硬粒型; 集安大青棵, 马齿型; 铁岭黄-R, 马齿型。

试验材料除12份品种外,还包括它们之间组配的杂交种66份。试验进行了两年,于

\*本文为硕士学位论文一部分,在谢道宏导师指导下完成的,承蒙四川农学院赖仲铭副教授提出宝贵意见,本院原作物所玉米室全体同志给予协助,在此谨表谢意。

1983年和1984年种于本院试验区内，随机区组设计，三次重复，行株距70×28.6cm，每公顷5万株，5米行长3行区，人工穴播3粒种子，定苗后留单株，施肥与田间管理按正常措施进行。玉米生育正常。每小区中行头尾各除去一株，从中随机取样12株，调查生育期间各性状，成熟后收获10个植株的果穗考种。

调查的性状有：株高；抽丝天数；穗长；穗粗；穗行数；一行粒数；穗轴粗；出籽率；百粒重；每穗粒数和单株产量等11个性状。

## (二) 统计方法

用平均优势法  $[(F_1 - MP) / MP] \times 100$  计算杂种优势，在简单相关的基础上，采用逐个选入显著的自变数的逐步回归方法<sup>(1)</sup>，选出对单株产量及其优势有显著线性效应的自变数进行通径分析<sup>(2,4)</sup>。单株产量被调整到统一的含水量标准(15%)，之后，进行计算和分析。

## 结果与分析

### (一) 杂种优势的分析

杂种优势情况列于表1。在11个性状中，把每一地理来源之间组合的优势值与这个组合所涉及到的两个地理来源之内各个组合的平均优势值相比较，高于地区内平均优势值的

表1 11个性状杂种优势平均值

性 状	地 理 来 源 之 内				地 理 来 源 之 间			
	法国 × 法国	日本 × 日本	东北 × 东北	平 均	法国 × 法国	法国 × 东北	日本 × 东北	平 均
株 高(厘米)	0.45	7.99	6.71	5.05	8.88	5.71	15.20	9.93
抽 丝 天 数 (从6月25日算起)	-4.79	-5.77	-3.16	-4.57	4.82	-0.36	3.94	2.80
穗 长(厘米)	1.69	8.83	4.69	5.07	11.94	7.88	14.32	11.38
穗 粗(厘米)	2.67	3.06	4.87	3.53	4.75	4.58	5.33	4.89
穗 行 数	-2.80	-1.28	2.01	-0.69	2.81	3.41	0.36	2.19
一 行 粒 数	0.39	4.13	4.29	2.95	14.35	10.08	13.80	12.74
穗轴粗(厘米)	2.02	-1.78	5.27	1.83	1.99	3.64	3.29	2.97
出 籽 率(%)	0.20	2.14	0.02	0.79	2.04	1.93	1.40	1.79
百 粒 重(克)	2.48	18.23	13.04	11.25	17.64	10.42	18.43	15.50
每 穗 粒 数	-3.16	4.55	6.44	2.61	18.98	13.38	14.91	15.76
单 株 产 量(克)	2.41	23.99	20.26	15.55	29.24	24.00	35.32	29.52

注：表内数据中，地理来源之内所属各栏均为6个组合之平均；地理来源之间所属各栏均为16个组合之平均。

有31个，占93.9%，其中高于较高优势值的有23个，占69.7%。每穗粒数，抽丝天数，一行粒数和单株产量这四个性状所有地理来源之间组合的优势值都大于地理来源之内各个组合的优势值，这说明：不同地理来源的玉米品种间杂交所产生的杂种优势大于同一地理来源的玉米品种间杂交所产生的杂种优势，从而说明：杂种优势与地理来源有密切的关系。

11个性状的不同地理来源之间与同一地理来源之内组合的杂交种实际表现及优势值差

异的显著性测验(集群比较法)<sup>(2)</sup>表明:一行粒数、每穗粒数和单株产量达1%显著水准,穗长达5%显著水准;抽丝天数,穗长,一行粒数,每穗粒数和单株产量这5个性状的优势值达1%显著水准,株高和出籽率这两个性状的优势值达5%显著水准。显著性测验结果见表2。

试验结果指出:品种间杂种产量与其亲本平均产量的相关为 $r=0.62^{**}$ ,大于它与杂种优势值的相关 $r=0.42^{**}$ ,但二者均达极显著水准。

表2 杂种11个性状及其优势值的显著性测验

性 状	杂种的 实际表现			杂 种 优 势		
	地理来源之间	地理来源之内	t 值	地理来源之间	地理来源之内	t 值
株 高	264.2	252.7	1.24	9.93	5.05	2.36*
抽丝天数	22.7	21.0	1.20	2.80	-4.57	3.51**
穗 长	20.9	19.7	2.11*	11.38	5.07	4.40**
穗 粗	4.3	4.2	0.96	4.89	3.53	1.65
穗 行 数	13.4	13.0	0.75	2.19	-0.69	1.95
一行粒数	40.6	37.2	3.02**	12.74	2.95	8.26**
穗 轴 粗	2.5	2.4	0.56	2.98	1.83	0.99
出 籽 率	85.8	84.9	1.70	1.79	0.79	2.20*
百 粒 重	33.1	31.9	0.90	15.50	11.25	1.18
每穗粒数	540.5	481.0	3.02**	15.76	2.61	6.26**
单株产量	167.4	150.1	2.94**	29.52	15.56	3.49**

注:自由度为 $(18-1)+(48-1)=64$

“\*”为达5%显著水准者,其t值为2.00;

“\*\*”为达1%显著水准者,其t值为2.66。

## (二) 通径分析

为了弄清究竟哪些性状及其优势对单株产量及其优势有重要作用,首先计算了11个性状及其优势间的简单相关系数,列于表3。

由于这些性状间及其优势间存在性质不同、大小不一的相关,所以只凭两个性状或两个优势值间的相关系数的大小难以判断每一性状及其优势对单株产量及其优势的单独作用的大小。具有多个变数时,简单相关只反映了一种复合关系,故将相关系数进一步剖析,找出主要因素。首先采用逐步回归的分析方法,将那些对单株产量及其优势没有显著线性效应的自变数剔除。逐步回归分析表明:株高、穗长、穗粗、出籽率、百粒重和每穗粒数这六个性状的优势与单株产量优势有显著的线性效应;穗粗、穗轴粗,百粒重和每穗粒数这四个性状与单株产量有显著的线性效应。

### 1. 六个性状的优势对单株产量优势的通径分析

通径分析结果见图1。图中双向箭头之间的数为相关系数,单向箭头线上的数为通径系数,剩余因素是指除分析中所包括的因素外,其它各种因素的作用。从图1可以看出:百粒重优势对单株产量优势的直接作用最大,其次是穗粗优势和每穗粒数优势。余者对单株产量优势的直接作用相仿,数值相对较小。由于所有的相关系数和通径系数都是正的,所以任一性状优势值的提高,都会带来单株产量优势值的提高,但由于百粒重、穗粗和每

表3

杂种11个性状及其优势之间的相关系数

相 关 系 数		株 高	抽 丝 天 数	穗 长	穗 粗	穗 行 数	一 行 粒 数
性 状	性 状						
株 高	高		0.9211**	0.7883*	0.2691**	0.0410	0.4279**
抽 丝 天 数	天 数	0.4351**		0.7881**	0.2043	-0.0622	0.4391**
穗 长	长	0.7285**	0.5698**		-0.1304	-0.3619**	0.7578**
穗 粗	粗	0.4977**	0.4210**	0.4873*		0.7015**	-0.3490**
穗 行 数	行 数	-0.0837	0.2340	0.1033	0.2125		-0.3159**
一 行 粒 数	粒 数	0.3752**	0.5165**	0.6859**	0.2735*	0.2435*	
穗 轴 粗	粗	-0.0077	-0.1463	-0.0898	0.4247**	0.1967	0.0824
出 籽 率	率	0.0531	0.2567*	0.2971*	0.0734	0.1950	0.1511
百 粒 重	重	0.7123**	0.3370**	0.6328**	0.5695**	-0.2463*	0.1748
每 穗 粒 数	粒 数	0.2768*	0.4768**	0.6545**	0.3382**	0.7179**	0.8253**
单 株 产 量	产 量	0.7600**	0.5927**	0.8292**	0.6993**	0.1600	0.5139**

相 关 系 数		穗 轴 粗	出 籽 率	百 粒 重	每 穗 粒 数	单 株 产 量
性 状	性 状					
株 高	高	0.0907	-0.0231	0.4328**	0.3436**	0.7531**
抽 丝 天 数	天 数	0.0512	0.0172	0.4446**	0.2470*	0.6640**
穗 长	长	-0.3121*	0.0412	0.5450**	0.1854	0.6713**
穗 粗	粗	0.8261**	-0.1467	0.0838	0.4535**	0.6042**
穗 行 数	行 数	0.7351**	-0.1468	-0.5192**	0.7505**	0.1913
一 行 粒 数	粒 数	-0.4613**	0.0369	0.0997	0.3827**	0.4533**
穗 轴 粗	粗		-0.0816	-0.1483	0.3925**	0.1819
出 籽 率	率	-0.3081*		0.0172	-0.1209	-0.1127
百 粒 重	重	-0.0156	0.2292		-0.4223**	0.4915**
每 穗 粒 数	粒 数	0.1615	0.2427*	0.0411		0.5157**
单 株 产 量	产 量	0.0618	0.3928**	0.7938**	0.4956**	

注：自由度=64，“\*”为达5%显著水准者；“\*\*”为达1%显著水准者。

表的右上部为杂种性状间的相关系数；左下部为杂种优势值间的相关系数。

穗粒数这三个优势的通径系数较大；其中任一数值的提高，都会对单株产量优势的提高产生较大的影响。可见，单株产量的优势大，首先应该是百粒重、穗粗和每穗粒数的优势大。图中括号内的数字为决定系数，它表明在六条通径中，各性状优势对单株产量优势的決定作用大小。

## 2. 四个性状对单株产量的通径分析

分析结果见图2。从图2可以看出：每穗粒数对单株产量的直接作用最大，其次是百粒重，再次是穗粗。穗轴粗的通径系数为负值，可见，单株产量主要由前两者所决定。在构成单株产量的因素中（百粒重×每穗粒数），一因素的提高，常伴随另一因素的降低。提高每穗粒数，单株产量可望增加，但限制因素是百粒重，二者互为限制因子。进一步提高产量，单纯追求每穗粒数或百粒重都不会有大的进展，要选择二者均较优异的类型。

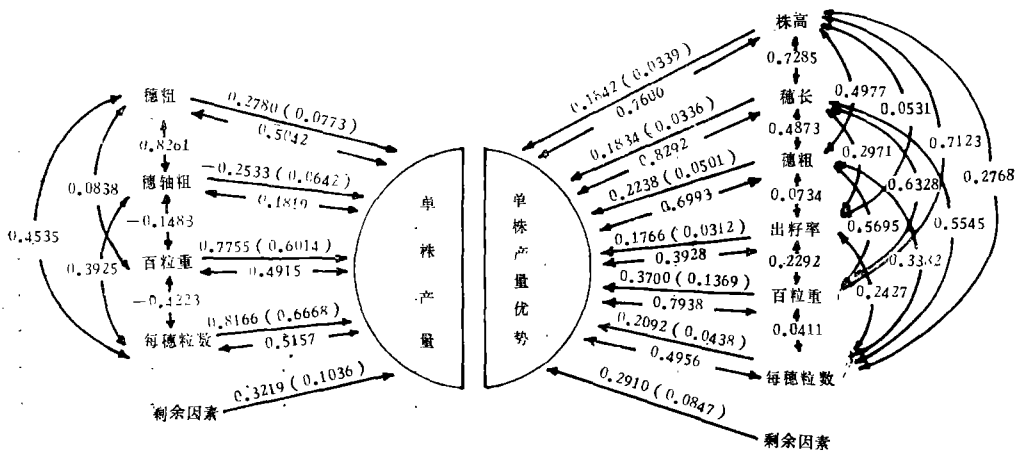


图1 杂种单株产量优势与其它6个性状优势的通径分析

图2 杂种单株产量与其它4个性状的通径分析

## 讨论与结论

品种的地理来源是否可以作为一个指标，来衡量杂种优势和遗传差异的大小，前人研究结论不同。一种结论认为可以作为这样的指标<sup>[5,6]</sup>，另一种结论则持否定态度<sup>[7]</sup>。本试验结果表明：品种的地理来源可以作为一个指标来衡量杂种优势和遗传差异的大小。

杂种优势分析结果表明：不同地理来源的品种间杂种优势大于同一地理来源的品种间的杂种优势，杂种优势与地理来源有密切关系。12个玉米品种是这三个地区玉米种质的一组样本，代表了三个不同水平上的遗传差异，试验结果显示出这样一种趋势：随着遗传差异水平的加大，杂种优势也增大。产量最高的组合（白色在来×集安大青棵，单株产量为210.8克）和优势最大的组合（洞内-1×东丰小粒红，单株产量优势为68.5%）都是由不同地理来源的品种所组成；产量最低的组合（FP<sub>47</sub>×ES，单株产量为113.5克）和优势最小的组合（FP<sub>47</sub>×FP<sub>58</sub>，单株产量优势为-7.2%）都是由同一地理来源的品种所组成。

从试验结果可以看出：最高的优势产生于亲本具有不同的胚乳类型。产量最高和优势最大的组合都是由不同胚乳的亲本所组成（硬×马）；产量最低和优势最小的组合都是由相同胚乳类型的亲本所组成（硬×硬）。不同胚乳类型间的杂种优势（平均值为29.2%）大于相同胚乳类型间的杂种优势（硬×硬平均值为26.4%；马×马平均值为11.2%）。

从试验结果还可以看出：杂种产量的高低与亲本的平均产量密切相关，杂种优势的大小与产量的高低位次并不完全一致。所以在育种工作中对于材料的选择既要注意优势的大小，又要注意材料本身的实际表现，并应以后者为主。因为实际表现不符合育种要求的材料即使优势较大，但育种价值较小。

两个通径分析的结果指出：每穗粒数及其优势、百粒重及其优势对单株产量及其优势

的直接作用较大,图1指出了各性状非加性基因效应对单株产量优势的贡献大小。这为我们利用杂种优势提供了依据。由于每穗粒数优势对单株产量优势的直接作用相对小于百粒重优势和穗粗优势对单株产量优势的直接作用,所以在育种中可以选每穗粒数多而百粒重稍小一些的材料,可以收到较好的效果。对于那些对单株产量优势直接作用较小的性状优势,主要利用它们的加性基因效应。

根据本试验研究结果,可以利用法国和日本的种质组群。法国种质可以作为组成早熟群体的材料,为生育期较短的地区,如东北春玉米区北部黑龙江省的早熟育种目标服务,或在利用热带、亚热带极晚熟种质时,法国种质可以作为一种早熟性种质来源。日本种质可作为组成中、晚熟群体或抗大斑、茎腐病群体的材料,为中熟、中晚熟地区的育种目标服务。

### 参 考 文 献

- (1) 莫惠栋《农业试验统计》,1984,上海科学技术出版社。
- (2) 范福仁:《生物统计学》,1966,江苏人民出版社 P147—150。
- (3) Dewey, D.R. et al. (1959). A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal* 51: P515—518.
- (4) Li C. C. (1956). The concept of path coefficient and its impact on population genetic. *Biometrics*, 12: P190—210.
- (5) Moll, R.H. et al. (1962). Heterosis and genetic diversity in variety crosses of maize. *Crop Sci.* 2: P197—198.
- (6) S. K. Bhalla et al. (1979). Heterosis in inter-varietal crosses in maize. *Indian J. Genet.*, 39: (3) P415—418.
- (7) Goodman, M.M. (1968). The races of maize: I use of multivariate analysis of variance to measure morphological similarity. *Crop Sci.* 8: P693—698.

## A STUDY ON THE HETEROSIS OF MAIZE CULTIVARS FROM DIFFERENT GEOGRAPHICAL REGIONS

WANG YI

(Maize Research Institute, Jilin Academy of Agricultural sciences)

### ABSTRACT

The heterosis of eleven Characters of maize in a set of diallel crosses (including one set of  $F_1$  and parents) among four maize cultivars from each of three geographical regions—France, Japan, the Northeast of China was studied. Path analysis was estimated on the basis of stepwise regression method. The results showed that geographical source of variety may be used as a index that measure heterosis and genetic diversity.

(下转第33页)

conducted on the phase durations and yield as well as other traits concerned. Results show that wheat yield is dependent, mainly upon the reasonable ratio of different developmental phases durations, though there is some contradiction between early-maturity and yield. Prophase and anaphase make much more contribution to yield formation than metaphase. The goal for breeding high-yield early varieties in middle regions of Jilin Province is to decrease metaphase largely and reduce anaphase moderately on the basis of a longer prophase, at the same time to promote the transfer of organic matter from vegetative to reproductive organs and improve seed traits.

---

(上接第23页)

Heterosis was in close relationship with geographical source. The heterosis of different endosperm types was greater than that of same endosperm types. The correlation and path-coefficient analysis showed that the heterosis of yield per plant was in close relationship with the heterosis of eight characters. The yield per plant of hybrid was in close relationship with seven characters. The order of the greatest direct action contributed to heterosis of yield per plant was the heterosis of 100-kernel weight, diameter of ear, number of kernel per ear. The order of the greatest direct action contributed to yield per plant was number of kernel per ear, 100-kernel weight and diameter of ear.