

玉米单交种及亲本自交系 穗部性状的研究

矫树凯 刘峻屏 刘兴斌 金明华

(吉林省农科院玉米所)

摘 要

对本所1982—1988年间产量比较试验中372个玉米杂交组合穗部性状以及这些组合的139个亲本穗部性状考种结果进行了整理分析。并分析了“有效组合”(用于生产的组合)和“无效组合”(经产比试验淘汰的组合)在亲本组配方式上的区别;“优良自交系”(有效组合的亲本)和“一般自交系”(无效组合的亲本)在选育方式上的区别。分析认为:(1)优良自交系中外引系比例较大;(2)优良自交系中自选系主要是二环系,群体选系极少;(3)有效组合的组配方式主要是自选系×国内引系、自选系×国外引系两种方式,自选系×自选系、国外引系×国外引系非常少;(4)有效组合的穗长、行粒数、百粒重高于无效组合,穗行数相近;(5)优良自交系的穗部性状平均值高于一般自交系;(6)优良自交系间穗部性状变异较大,个别性状可明显偏低,如行数偏少或穗偏短等,但优良杂交种的穗部性状变异很小,很少有明显偏低的性状;(7)自交系穗部性状与杂交种相同性状显著正相关,杂交种穗部性状与杂交种产量显著正相关,自交系穗部性状对杂交种有间接贡献,但预测性很低,自交系配合力测定和杂交种产量测定是高产育种最重要环节。

近十年来,我所育成玉米单交种38个(含生产上有面积的未审定品种)。这些品种从约4000个组合经所内产比试验、网点试验、区域试验多次筛选最终为种植者所接受,其性状表现应优于其它品种。本文旨在分析这些优良组合及其亲本自交系穗部性状的特点和规律,供育种者选育自交系和组配杂交种时参考。

一、方 法

采用历史资料分析的方法。取1982—1988年间杂交组合第二年产比试验考种记录中资料完整的组合372个。其中包括生产上应用的组合(面积大小不计)38个,记为“有效组合”。另外334个组合因未能被农民接受而先后淘汰,记为“无效组合”。构成“有效组合”的亲本自交系记为“优良自交系”。只在“无效组合”中出现而未在“有效组合”中出现的亲本自交系记为“一般自交系”。比较有效组合与无效组合、优良自交系与一般自交系穗部性状的差异和各自特点。分析自交系自身性状与所配组合平均性状的关系;自交系性状与所配组合平均产量的关系。比较有效组合在亲本组配方式上的区别,优良自交系与一般自交系在选育途径上的区别。

二、结 果

1. 有效组合与无效组合性状的比较

有效组合,作为经过多次比较鉴定,最终在生产上为种植者认可的单交种,就总体而

表1 有效组合与无效组合产量及穗部性状差异

项目	产量 (kg/hm ²)	穗长 (cm)	穗行数	行粒数 (g)	百粒重 (g)	穗粒重 (g)	相对组合 产量	组合 个数
总平均	8794	20.1	15.88	40.73	34.2	2060	0	372
有效组合	9601	20.6	15.88	41.53	36.1	2249	937	38
无效组合	8703	20.1	15.88	40.63	34.0	2041	-72	334
差 异	898	0.5	0.00	0.9	2.1	20	1609	

这并非说明穗行数和行粒数对杂交种产量无影响，而是对有效组合来说，有一个适当的性状分布范围。行数或粒数偏多的组合同偏少的组合一样，都没能成为有效组合。计算表明，有效组合各性状变异程度无例外地小于无效组合（表2）。

2. 有效组合与无效组合亲本性状的比较

通过比较“方法”一节中定名的“优良自交系”和“一般自交系”的性状来比较有效组合与无效组合的亲本性状。结果列于表3。表3指出，优良自交系的各性状都略优于一般自交系。且优良自交系的标准差略高于一般系，即优良自交系对性状的要求并不很严格，允许一些极端高或极端低的类型出现。

3. 优良自交系的选育方式和有效组合的组配方式

表4列出了41个优良自交系的来源及各来源的比例。表中一环系、二环系和群体选系为本单位自选系，二环系中含从三交种和双交种中选系。国内其它单位选育的自交系不分选育方式，均统计在国内引系中。国外引系含从国内其它单位转引的国外系。表中看出，在优良自交系中，自选系数目（17个）约占总数的40%，其中主要为二环系（14个），群体选系只有1个。外引系数目则占总数的58.64%。查其来源，

表3 优良自交系与一般自交系性状的比较

项目	穗长	穗行数	行粒数 (g)	百粒重 (g)	穗粒重 (g)	自交 系数
优良系	14.8	14.85	23.2	26.0	73.8	41
一般系	14.1	14.65	24.2	25.4	70.4	93
差 异	0.7	0.20	2.0	0.6	3.4	
优良系	最小值	10.4	10.0	19	15.6	29.6
	最大值	20.3	20.0	39	40.1	142
	标准差	2.87	2.51	5.73	5.65	30.15
一般系	最小值	7.2	9.0	11	15.6	28.0
	最大值	19.3	20.0	43	38.0	144
	标准差	2.65	1.94	5.29	5.29	28.35

言，应具有优于无效组合的地方。表1列出了这两类组合产量及穗部性状的差异。其中相对产量为某组合产量与同一年所有组合平均产量之差，表示该组合与其它组合的相对产量，消除了年际效应。从表1看出，有效组合产量明显高于无效组合。二者相差898公斤/公顷。有效组合高出无效组合10.32%。差异主要产生于百粒重和穗粒重。穗行数和行粒数差异很小。

表2 有效组合与无效组合性状变化范围

项目	穗长	穗行数	行粒数	百粒重	
有效组合	最小值	15.5	13.0	28	27.0
	最大值	25.0	18.0	50	46.2
	标准差	2.00	1.35	4.51	4.78
无效组合	最小值	13.2	10.0	20	17.0
	最大值	39.5	22.0	56	48.4
	标准差	6.50	5.10	13.22	11.51

表4 优良自交系与一般自交系的选育方式

项目	一环系	二环系	群体选系	国内引系	国外引系	总数	
优良系	数目	2	14	1	13	11	41
	比例	4.88	34.15	2.44	31.71	26.83	100
一般系	数目	1	26	9	25	37	98
	比例	1.02	26.53	9.18	25.51	11.22	100

外引系中也以二环系居多(17个),群体选系1个,其它不详。一般自交系中群体选系多达9个,但也只占总数的9.18%。说明群体选系之艰难,而选出过硬的自交系更难。国内引系和国外引系利用情况相似。

各类自交系的搭配情况见表5。其中“自”为自选系,“内”为国内引系,“外”为国外引系。有效组合中自选系与外引系配成的组合为29个(自×内与自×外之和),占76.31%。自×自只有一个组合。内×内虽然只有3个组合,但由于总组合数少(15个),从成功率(该类组合中有效组合/该类组合总数)看,这种组配方式似乎也是较有前途的。

表5 有效组合与无效组合组配方式的比例

项 目	自×自	自×内	自×外	内×内	内×外	外×外	总 数
有效组合	个数	1.00	12.00	17.00	3.00	5.00	38
	比例	2.63	31.58	44.47	7.89	13.16	0
无效组合	个数	44.00	106.00	107.00	12.00	44.00	334
	比例	12.79	30.81	31.00	3.49	12.79	6.10
总 计	个数	45.00	118.00	124.00	15.00	49.00	372
	比例	12.10	31.72	33.33	4.03	13.13	5.65

三、分析与讨论

1. 本研究的目的之一是探讨高产杂交种对亲本穗部性状的要求。这首先是建立在“亲本穗部性状对杂交种产量有贡献”这一假定条件之上的。前人研究在此方面结论很不一致。有些作者(如Kovacs⁽¹⁾, El-Lakany等⁽²⁾)认为自交系的穗部性状可以用来预测杂交种的产量。有些作者却得出了完全相反的结论(Jenkins⁽³⁾, Johnson等⁽⁴⁾)。本文计算了65个自交系穗部性状与各自交系所配组合(每自交系所配组合数不少于4个)的性状平均值的相关系数;自交系穗部性状与所配组合平均产量之间的相关;杂交种性状与杂交种产量的相关(表6)。结果指出,亲本性状与用该亲本所配组合的平均产量之间相关系数除百粒重外,均不显著。但亲本与组合同一性状之间相关均极显著;而组合

表6 亲本与杂交组合性状相关系数

项 目	穗 长	穗 行 数	行 粒 数	百 粒 重	穗 粒 重
亲本与组合相同性状	0.6286**	0.5411	0.3587**	0.6395**	0.4539**
组合性状与组合产量	0.4344**	0.2122	0.4617**	0.3936**	0.6576**
亲本性状与组合产量	0.1403	0.1832	-0.0866	0.4282**	0.1411

性状与组合产量之间相关系数均为显著或极显著。由此可认为,亲本性状对其组合性状是有贡献的,而组合性状对组合产量也是有贡献的。那么,亲本性状对组合产量当然也是有贡献的,只是这种贡献是间接的,不明显的,在本文所分析的这个样本规模下还不能测出

显著的相关系数来。例如亲本穗行数对组合穗行数的贡献(决定系数)为 $0.5411^2 = 0.2928$ (根据本文结果),组合穗行数对组合产量的贡献为 $0.2122^2 = 0.0450$,亲本穗行数对组合产量的间接贡献就非常小。要测出这么小的相关系数要求很大的样本(约500对观察值以上)。这一结果与G. e Gama等^[5]的研究相一致。G. e Gama等认为,文献中诸多研究结论如此不一致,除试验材料和试验环境的原因外,样本大小可能是产生偏差的重要原因。作者用160个自交系组配成320个杂交种,每16个杂交种为一组分组计算,相关系数波动很大,如穗长相关从-0.31到+0.32。320个组合合并计算,相关系数都很小。亲本与该亲本所配组合(4个)同一性状平均值之间(160对观察值)相关系数基本都达到极显著水平,但亲本性状和组合产量之间相关系数(0.00~0.14)均不显著。类似的结果也出现在Lamkay等^[6]的研究中。该作者用48个自交系组配成192个组合,计算双亲平均值与其杂交种的相关系数。结果认为,亲本性状与杂交种同一性状关系密切,但亲本性状与杂交种产量相关多为不显著。

通过以上分析讨论认为:(1)自交系性状对其杂交组合有间接影响,因此在自交系选育和组合亲本选配过程中不应放弃挑选那些穗部性状优良的自交系的努力。(2)由于这种联系不是很密切的,因此为那些具有某些缺点的自交系成为优良自交系提供了机会。如Mo17只有10—12行,E28每行粒数较少,但这没能影响这两系成为生产上应用广泛的骨干自交系。(3)由于自交系本身穗部性状不能较好地预测杂交组合的产量,在自交系的选育和利用过程中,配合力测定就成为非常重要的环节。

2. 对自交系本身性状要求不严还有一个更重要的原因,即杂交种的产量不是一个亲本的贡献,而是双亲共同作用的结果。除了两亲各自的作用(一般配合力),还有两亲的交互作用(特殊配合力)。一个亲本的某个缺点可能由另一亲本的优点得以补充,即所谓“亲本性状互补”原则已为多数作者所接受。本文定义了一个“亲本性状互补指数”,记为I,并计算了有效组合中产量较突出的10个组合和无效组合中随机取得的熟期与前10个组合相对应的另10个组合的I值,通过比较以讨论互补原则的合理性。“亲本性状互补指数”定义为:

$$I = \frac{\sum_i |x_i| - |\sum_i x_i|}{\sum_i |x_i| + |\sum_i x_i|}, \quad x_i = k_{ji} - k_{mi}$$

其中 k_{ji} 为母本第i个性状观察值, k_{mi} 为父本第i个性状观察值(观察值要先标准化,即各观察值均被该性状标准差除,使其具有标准差为1,以使各性状有相等的权重)。本例 $i = 1, 2, 3$,分别代表穗行数、行粒数、百粒重。式中第一项为双亲各性状差值的绝对值之和,代表双亲的绝对差异。该项越大,I值越大。第二项为双亲各性状差值之和的绝对值,双亲互补性状差值正负号相反,则该项小,I值大。表7列出了10个有效组合和10个无效组合的I值(其它项目为下文所用)。10个有效组合的I值平均为1.546,无效组合的平均I值为1.225。有效组合I值略高于无效组合,就整体看,互补原则是成立的。当然对各组合具体分析,则有许多例外。例如表中第5个组合,母本3个性状为16.0, 25.0, 40.1,父本3个性状为14.3, 25.0, 25.0,父本性状均低于或等于母本,只有差异,没有“互补”, $I = 0$,却是有效组合。第13个组合母本3个性状为17.0, 34.0, 22.7,父本为12.0, 25.0, 31.0,前者行多粒小,后者行少粒大,二者“互补”很盛($I = 3.01$),但却不是有效组合,宋秀岭^[7]曾分析过这种亲本组配的复杂关系,指出

自交系穗部性状的遗传能力因自交系不同而不同，只有遗传能力强的性状才能对配合力起主导作用。例如“获白”自交系千粒重和出籽率遗传力强，“永白28”穗长和行粒数遗传力强，二者杂交互补作用真正发挥，育成“新单13号”。

表7 有效组合与无效组合产量构成因素及I值

序号	穗行数	行粒数	穗粒重	百粒重	I值	
有效组合	1	14.8	48	710	46.1	1.60
	2	17.8	41	730	46.2	3.53
	3	17.0	44	748	40.3	1.08
	4	16.6	43	714	34.1	6.39
	5	17.0	42	714	36.7	0
	6	17.0	42	714	41.4	1.52
	7	17.0	44	743	37.8	1.35
	8	14.3	48	710	36.4	0.74
	9	17.8	43	765	33.4	0.80
	10	17.6	43	757	35.4	4.44
无效组合	11	18.4	42	773	29.4	0.35
	12	13.8	45	621	35.0	1.40
	13	15.6	39	608	33.2	3.01
	14	17.6	44	774	28.3	0
	15	13.4	38	599	42.7	1.82
	16	16.0	45	720	35.6	0.88
	17	14.0	43	602	27.3	1.22
	18	16.0	42	672	33.5	1.90
	19	15.0	41	615	35.1	0.78
	20	15.0	44	660	40.8	0.88

3. 与自交系这种异常灵活的情形相反，对优良杂交种的穗部性状要求严格得多。有效组合产量构成因素的标准差明显小于无效组合标准差，即各性状集中于某一区域，不能太高，也不能太低。太低固然不好，太高也不利。表2中，无效组合最大行数为22行，而有效组合为18行；无效组合每行粒数最多为56粒，有效组合为50粒；无效组合百粒重为48.4克，有效组合为46.2克。从最小值看，有效组合也无过小性状。这可解释为，由于生物学原因，各产量因素均特殊优良是不可能的。特殊优良性状往往伴随特殊不良性状。对自交系，有特殊不良性状的亲本有机会找到对手亲本补偿其缺点。对杂交组合，这些性状是产量的直接构成因素。一性状值过小直接造成产量的下降。与其靠另一特殊优良性状补偿该损失，不如维护生物体本来的平衡，在各产量因素协调的基础上求得某一两个因素的少量进展。现分析一下表7中10个有效组合产量构成。10个组合中有8个行数为16—18行，每行粒数为41—44粒。另两个组合为14—16行，比前述

组合少两行。每行48粒，行数的减少由行粒数增多得到部分补偿。穗粒数变异很小，从710粒到765粒。其中两个710粒的正是两个14—16行的组合。行少并未由每行粒多得到全部补偿，其百粒重此时起重要作用。以上分析似乎提示，高产杂交种每穗行数很重要，其理想行数为16—18行。如行数为14—16行，则要求较多的行粒数和较高的百粒重。行数再少很难实现高产（本文讨论只限于试验小区的考种数据）。在统计的38个有效组合中，有20个组合16—18行，16个组合14—16行，少于14行的只有2个组合，多于18行的组合没有。

总之，不论对优良自交系的选择还是对优良杂交种的选择都有一定规律可循。除了要求自交系抗病、抗倒和生育期适宜外，力争获得尽量好的穗部性状。自交系穗部性状与杂交种穗部性状有密切关系，而杂交种穗部性状又直接成为杂交种产量因子。但由于杂交种性能由两个自交系共同作用，对自交系穗部性状要求不很严格。一亲有缺点，经与另一亲互补和互作可能产生优良组合。起决定作用的是自交系配合力。高配合力自交系的获得无捷径。一切外观性状的选择只有助于提高出现高配合力自交系的机会。配合力测定是唯一

手段。杂交种组配要求双亲一般配合力均高,在此基础上谋求双亲来源不同、性状互补。配出的杂交种除满足一般农艺要求外,对穗部性状严格要求。各产量因素均须中等以上。一个因子差得太多很难由其它因子得到补偿。穗部性状优良是杂交种高产的必要条件,但实际测产是确定杂交种产量能力的唯一手段。自交系配合力测定、杂交种产量测定在高产杂交种选育中占绝对重要地位。

参 考 文 献

- (1) I. Kovacs. Some methodological achievements of the Hungarian hybrid maize breeding. 1970, 54—72. Akademiai kiado, Budapest.
 - (2) M.A. El-Lakany et al. Crop Sci. 1971, Vol. 11, 699—701.
 - (3) M. T. Jenkins. Iowa State Coll. J. Sci. 1935, Vol. 9, 429—450.
 - (4) I. J. Johnson et al. J. Am. Soc. Agron. Vol. 28, 246—252.
 - (5) Elto F. G.e Gama et al. Crop Sci. 1977, Vol. 17, 703—706.
 - (6) K. R. Lamkey et al. Crop Sci. 1986, Vol. 26, 1114—1118.
 - (7) 宋秀岭:《中国农业科学》,1977,(4),13—17.
-
- (上接第15页)
- (3) 渡边好郎:育种における细胞遗传学,养贤堂发行,1982.
 - (4) 罗士第等:植物基因工程研究的现状与问题,《细胞生物学杂志》,1982,4(4):1—7.
 - (5) Л. А. Кучеренко:水稻组织培养获得再生植株的条件,《国外农学—水稻》,1985(4) 37—39.
 - (6) 李良行等:水稻原生质体培养及植株再生的研究,《遗传学报》,1988,15(5):321—328.
 - (7) 邹高治等:当代培养中早熟三倍体水稻愈伤组织游离氨基酸的变化和再分化的研究初报,《作物学报》,1984,10(2):95—100.
 - (8) 凌定厚:影响水稻体细胞胚胎发生几个因素的研究,《植物学报》,1987,29(1):1—8.
 - (9) 叶和春:水稻细胞悬浮培养及再生植株的研究,《植物学报》,1984,26(1):52—59.
 - (10) 夏镇夙:植物原生质体培养和细胞杂交,《生物科学信息》,1989,1(3):6—7.
 - (11) 罗系明:植物原生质体培养与融合(综述),《吉林农业科学》,1988,(2):26—30.
 - (12) 夏镇夙:植物原生质体培养研究新进展,《植物生理学通讯》,1989,(2):1—6.
 - (13) Michael Jones:植物原生质体融合,《生物技术通报》,1989,(3):1—5.
 - (14) 周崇仁:应用组织与细胞培养技术筛选耐盐突变体的进展,《生物科学信息》,1989,1(3):8—16.
 - (15) 叶新荣等:小麦再生植株的变异研究,Ⅰ. 再生植株当代(R₁代)的细胞学和形态学变异,《遗传学报》,1989,16(2):105—110.
 - (16) 潘恒光等:生物工程与农业,《上海农学院学报》,1989,7(2):154—153.
 - (17) 李海民等:通过体细胞培养筛选水稻耐镉突变体,《遗传学报》,1987,14(1):42—45.
 - (18) С. В. Даволян:水稻组织培养中突变的发生及由此获得新的原始材料,《国外农学—水稻》,1985,(2):32—35.
 - (19) 大野清春:水稻细胞培养再生植株的遗传变异,《国外农学—水稻》,1985,(2):11—14.
 - (20) 李俊明:体细胞无性系及其变异,《遗传》,1983,5(1):41—44.
 - (21) Xie, Q.J. ...:通过体细胞无性系变异增进水稻抗病的潜力,Phytopathology, 77(12):1723,《生物技术通报》,1989,(2):65.
 - (22) 孟征等:水稻抗氨基类似物突变体的筛选,《遗传学报》,1987,14(2):100—106.
 - (23) 门胁光一、大渊敏平等:培养细胞におけるイネオルガネラDNAの安定性,《育种学杂志》,1988,36(别册2):143—149.
 - (24) 凌定厚:运用植物毒素离体筛选水稻抗耐麻叶斑病种质的研究,《遗传学报》,1986,13(3):194—200.