

玉米 P 群自交系的生物学特征特性评价

王元东¹, 陈绍江², 邢锦丰¹, 段民孝¹, 王继东¹

张春原¹, 郭景伦¹, 赵久然¹

(1.北京市农林科学院玉米中心, 北京 100089; 2.国家玉米改良中心, 北京 100094)

摘要: 与温带骨干系相比, P 群自交系苗期叶色、叶鞘特征特性明显, 株型缺乏紧凑类型, 生育期偏晚, 单株产量低, 抗性强, 子粒百粒重和容重较高。P 群自交系的光敏感反应主要表现在与营养生长相关的几个性状上, 如株高、穗位和雄穗分枝数等。在生殖生长性状上光敏感反应比较迟钝。在温带玉米区适应性较好。但是一些 P 群自交系如沈 137、齐 319、1127 等各项指标光周期敏感仍反应强烈。

关键词: 玉米; P 群种质; 生物学特性; 光敏感反应

中图分类号: S513.024

文献标识码: A

The Evaluation of Biological Characters of P Maize Germplasm Lines

WANG Yuan-dong¹, CHEN Shao-jiang², XING Jin-feng¹, et al.

(1. *Maize Research Center, Beijing Academy of Agricultural & Forestry Sciences, Beijing 100089;*

2. National Maize Improvement Center, Beijing 100094, China)

Abstract: The specialties of P germplasm lines were: (1)the seedling leaf and sheath color were distinct from those of Chinese elite temperate lines; (2)the plant type was normally half-compact; (3)the growth days were longer than that of Chinese elite temperate lines; (4)the grain yield was comparatively low; (5)they were stronger in biological stress and higher in 100-kernel weight and kernel bulk weight. Their photoperiod sensitivity was mainly reflected in some traits related with vegetative growth such as plant and ear height, the number of tassel branch, but not in traits related with reproductive growth. They still expressed strong photoperiod sensitivity in some P group inbreds such as Shen 137, Qi 319 and 1127.

Key words: Maize; P germplasm; Biological characters; Photoperiod sensitivity

20 世纪 80 年代以来, 我国许多育种单位从国外引进的一批种质中陆续选育出多个优良自交系(如 P138、X178、沈 137、齐 319、丹 598、87-1 等)。这些自交系遗传基础丰富, 配合力高, 品质好, 综合抗性强, 近年来被玉米育种者称之为 P 群自交系。利用这些优良自交系组配出一批强优势组合, 如农大 108、农大 3138、丹玉 46、鲁单 50、鲁单 981 等已在生产上大面积应用。同时利用 RAPD (赵久然等, 1998)、AFLP(吴敏生等, 1999)和 SSR(袁力行等, 2001)等分子标记技术对这些自交系聚类分析表明, P 群自交系所属的杂种优势类群是一个相对独立的新的

杂种优势类群。本文研究分析了 9 个具有代表性的 P 群自交系的产量性状、其它农艺性状以及材料的光敏感反应特性等主要生物学性状, 为 P 群自交系的进一步改良, 使优良性状基因进一步集合, 改善 P 群种质的生物学特性, 保存和延续 P 群的生命力提供理论基础, 对含有 P 群种质亲本的杂交种生产有一定的指导意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验所用的 9 个 P 群自交系分别是 X178、P138、1145、沈 137、混 008、混 28-1、P007、1127 和齐 319, 其中沈 137 选自美国杂交种 6JK111, 其余 P 群系均选自美国杂交种 P78599。以我国 5 个温带骨干自交系作为对照, 分别为来自瑞德杂优群的掖 8112、塘四平头群的黄早四、旅大红骨群的丹 340 和

收稿日期: 2004-07-20

基金项目: 北京市优秀人才培养专项资助项目

作者简介: 王元东(1973-), 男, 山东诸城人, 硕士, 助理研究员, 从事玉米育种研究。Tel: 010-51503429

E-mail: jiuran@263.net

兰卡斯特群的自 330 和 Mo17。在研究 P 群自交系光敏感反应生物学特性试验中,又加入了 5 个热带、亚热带玉米群体作为对照。这 5 个热带、亚热带玉米群体由中国农科院张世煌博士引自墨西哥国际玉米小麦改良中心(CIMMYT),分别为 Pop49(Tuxpeno 血缘)、Pop32 (ETO 血缘)、P3 (Stay green population)、Pool34 和 Suwan-1。

1.2 试验设计

2002 年冬,田间试验设置在海南省三亚市崖城良种场。11 月 8 日播种,2 次重复,2 行区,行长 4 m,行距 0.6 m。主要调查性状为株高、穗位高、雄穗长、雄穗分枝数、抽雄期、散粉期和吐丝期,计算 ASI 值(吐丝至散粉间隔天数)。

2003 年春,田间试验设置在北京市农林科学院小汤山国家精准农业示范园。5 月 15 日播种,采用随机完全区组设计,3 次重复,单行区,行长 4 m,行距 0.6 m。以小区为单位进行田间调查和室内考种。考察的性状包括株高、穗位高、雄穗长、雄穗分枝数、抽雄期、散粉期、吐丝期、倒伏率、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重、秃尖长和单株粒重等,计算 ASI 值。

1.3 统计分析

根据小区平均值对各性状分别进行方差分析,统计每个性状平均值进行显著性检验。采用张世煌等(1995)提出的以下公式:日长变化敏感系数 RD (%)=[(L-S)/S]×100,估算自交系材料某一性状对光周期反应的敏感指标。L 表示某一性状在长日照条

件下的平均值,S 表示某一性状在短日照条件下的平均值。所有的试验数据均在计算机软件上进行运算。

2 结果与分析

对参试材料的各性状方差分析表明,材料间除容重的差异达到显著外,其它各性状材料间均达到了极显著水平,说明供试材料间存在着基因型差异。

2.1 P 群自交系材料的植株农艺性状

田间观察表明,P 群玉米自交系苗期叶色深绿色,叶鞘为淡紫色或紫色。植株长势明显比 5 个对照温带系健壮,株型多为半紧凑型与平展型之间。植株后期抗病性、保绿性明显优于其它 5 个对照自交系。

9 个不同 P 群玉米自交系和 5 个温带骨干系的田间主要农艺性状观测结果汇于表 1。由表 1 可见,P 群自交系的雄穗长和雄穗分枝数平均值介于温带骨干系之间;与 5 个温带对照系相比,P 群自交系间的雄穗长和雄穗分枝差异变幅较大,分别为 44.9 ~ 65.1 cm 和 4.3 ~ 13.3 个;P 群自交系的株高、穗位较高,其株高平均值显著高于温带系掖 8112、Mo17 和黄早四,低于丹 340 和自 330(差异不显著)。丹 340 和自 330 是我国两个株高相对较高的温带玉米材料,在生产上因花粉量大和植株较高而常被用作父本,因此有些 P 群自交系在生产上可考虑用作父本。在 P 群自交系间,株高、穗位差异明显,自交系 P007 和混 008 株高、穗位较低,与对照黄早四差异不显著,属于典型的矮秆 P 群自交系。

表 1 P 群自交系与 5 个温带对照系玉米田间植株性状比较

自交系	株 高 (cm)	穗位高 (cm)	雄穗长 (cm)	雄穗分枝数 (个)	抽 雄 (d)	散 粉 (d)	吐 丝 (d)	ASI (d)	倒伏率 (%)	茎 粗 (cm)
P007	202.0	77.0	49.5	4.3	68.0	69.0	73.0	4.0	14.0	4.3
沈 137	227.3	100.3	55.1	13.3	71.3	73.7	75.7	2.0	0.3	4.1
X178	225.7	109.7	42.2	7.1	72.0	74.0	79.0	5.0	0.0	3.9
1127	233.7	85.0	58.5	8.5	72.3	73.3	76.7	3.3	3.3	4.1
1145	233.3	103.6	55.5	7.5	75.3	76.7	81.0	4.3	0.0	4.5
P138	212.0	88.4	44.9	8.6	71.0	72.0	76.3	4.3	1.0	4.1
混 008	202.3	78.0	51.1	14.1	68.0	69.7	73.0	3.3	0.0	4.3
混 28-1	214.0	92.0	44.5	7.6	73.0	74.0	77.0	3.0	1.7	4.6
齐 319	237.7	82.3	65.1	10.9	69.3	71.3	76.7	5.3	0.0	4.1
P 群平均	220.9	90.7	51.8	9.1	71.1	72.6	76.5	3.9	2.3	4.2
掖 8112	211.0	77.5	50.9	8.8	68.7	70.7	75.3	4.7	0.0	4.2
Mo17	214.0	79.3	65.3	5.9	62.7	65.7	68.7	3.0	0.0	3.9
丹 340	226.5	89.3	53.1	12.9	68.0	70.7	75.3	4.3	11.3	4.6
黄早四	200.0	81.9	52.0	10.4	64.3	67.0	69.0	2.0	7.7	3.8
自 330	230.0	90.5	61.7	18.6	67.3	71.0	74.0	3.3	1.3	4.5
温带平均	216.3	83.7	56.6	11.3	66.2	69.0	72.5	3.5	4.1	4.2

在生育期性状上,9 个 P 群自交系的平均抽雄、散粉和吐丝期比 5 个温带对照系要晚,属于生育期偏晚的类型。生育期相对较早的两个 P 群材料为 P007 和混 008,与掖 8112 自交系接近。虽然 P 群自

交系的生育期偏晚,但是其 ASI 值平均为 3.9,低于丹 340 和掖 8112,高于自 330、Mo17 和黄早四,但差异都不显著。ASI 是衡量玉米材料光敏感程度的重要指标,本试验 9 个 P 群代表系的 ASI 平均值并不

高,说明 P 群自交系总体上较适应温带长日照环境,能够正常生长发育。在抗倒性上,除 P007 外,其余 P 群自交系均表现出高抗倒能力。P 群材料的平均茎秆较粗,与我国温带茎秆较粗的自交系丹 340 和自 330 差异不大,显著高于 Mo17 和黄早四。

综合以上分析,P 群自交系植株株型多为半紧凑,株高、穗位较高,雄穗较发达,生育期偏晚,抗倒伏能力强,持绿期长,在温带玉米区适应性较好。

2.2 P 群自交系材料的产量性状

P 群自交系的穗形为锥形或筒形,粒型多为硬粒型,个别为半硬粒型。子粒颜色多为橙黄色,与对照温带骨干自交系差异明显。9 个 P 群自交系及 5 个温带对照自交系收获后室内产量性状的考种结果汇于表 2。由表 2 可见,P 群自交系的百粒重、容重

平均值分别为 31.5 g 和 784.3 g,高于 5 个温带对照系,其中百粒重差异显著。在 9 个 P 群自交系中,X178 的百粒重较低,为 27.5 g。从单株最大产量性状上看,P 群自交系显著高于掖 8112、Mo17、黄早四等对照系,低于丹 340 和自 330 等,但差异不显著。从单株平均产量性状上看,P 群系虽高于丹 340、黄早四和自 330,但低于在生产上常用来作母本的掖 8112 瑞德系,因此在生产上作母本产量不会很高。9 个 P 群系在穗粗、穗长、粒深、穗行数和行粒数等性状上均介于 5 个温带对照自交系最大值和最小值之间。

综合以上性状分析,说明 P 群自交系穗长、穗粗中等,子粒百粒重和容重较高,若在生产上用作母本,其制种产量偏低。

表 2 P 群自交系与 5 个温带对照系玉米产量性状比较

自交系	产 量 (g/株)	最大穗粒重 (g)	百粒重 (g)	穗 粗 (cm)	粒 深 (cm)	容 重 (g/L)	穗 长 (cm)	秃 尖 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)
P007	109.3	135.9	31.8	5.1	1.0	754.7	13.2	0.4	17.1	22.5
沈 137	79.6	124.8	29.1	4.4	0.9	805.8	15.5	1.0	12.4	26.1
X178	69.0	105.7	27.5	4.0	0.7	796.2	16.7	0.1	12.3	19.4
1127	83.7	112.0	36.3	4.1	0.7	788.0	17.7	0.0	12.0	21.9
1145	83.7	112.0	36.3	4.1	0.7	788.0	17.7	0.0	12.0	21.9
P138	69.5	103.7	29.5	4.4	1.0	770.7	13.3	0.1	14.0	24.3
混 008	66.3	122.8	29.0	4.6	0.9	779.5	13.9	0.0	12.3	25.1
混 28-1	49.7	110.0	30.0	4.5	1.0	774.5	14.3	0.1	14.0	25.7
齐 319	101.8	118.3	33.9	4.7	0.9	800.9	17.7	0.3	14.3	21.9
P 群平均	79.2	116.1	31.5	4.4	0.9	784.3	15.6	0.2	13.4	23.2
掖 8112	82.3	100.9	25.8	4.4	1.3	754.8	16.0	0.2	13.2	27.1
Mo17	76.6	95.0	23.5	4.4	0.9	754.8	17.0	0.2	13.2	26.7
丹 340	40.6	120.9	27.6	5.5	1.1	729.0	12.9	1.5	18.0	21.6
黄早四	58.4	96.4	23.5	3.9	0.6	746.3	10.4	0.7	12.7	18.0
自 330	54.1	122.2	28.4	4.1	0.6	719.5	16.9	1.9	14.7	23.9
温系平均	62.4	107.1	25.8	4.4	0.9	740.9	14.6	0.9	14.4	23.5

2.3 P 群自交系光敏感反应特性

表 3 P 群自交系与 5 个温带对照系和 5 个热带群体的光敏感性状比较

自交系	株 高	穗位高	雄穗长	分枝数	抽 雄	散 粉	吐 丝	ASI1 北京	ASI2 三亚	RD%
P007	22.0	20.8	7.8	8.3	9.7	7.8	9.0	4.0	3.0	85.4
沈 137	52.2	98.2	11.5	56.9	27.4	27.0	26.1	2.0	2.0	299.3
X178	13.5	27.3	5.7	17.8	7.5	7.2	6.8	5.0	5.0	85.8
1127	32.6	44.7	18.8	21.9	18.6	16.4	14.4	3.3	4.0	167.5
1145	27.9	32.6	13.8	24.4	19.6	16.2	17.4	4.3	3.0	151.8
P138	17.8	12.3	4.0	43.3	14.5	12.5	12.3	4.3	4.0	116.6
混 008	13.0	16.0	14.0	17.8	7.9	7.2	9.0	3.3	2.0	84.8
混 28-1	14.5	17.8	11.0	16.9	15.9	12.1	11.6	3.0	3.0	99.8
齐 319	37.3	53.2	26.7	35.8	21.6	23.0	23.7	5.3	4.0	221.3
掖 8112	2.9	-8.8	10.1	25.7	12.6	12.2	14.1	4.7	3.0	68.8
Mo17	7.5	0.4	8.8	17.3	13.9	13.2	14.4	3.0	2.0	75.7
丹 340	33.7	62.3	18.4	17.6	19.3	19.8	11.9	4.3	8.0	183.0
黄早四	14.3	2.4	17.8	4.0	19.1	19.6	19.0	2.0	2.0	96.3
自 330	-2.1	-16.2	4.6	36.5	14.1	18.3	13.8	3.0	5.0	69.1
P3	42.6	88.2	27.3	38.1	25.9	31.3	41.4	12.3	4.0	295.0
Pop32	47.0	83.9	26.8	44.7	27.0	28.3	37.6	11.7	4.0	295.3
Pop49	47.1	75.6	31.2	49.0	33.9	38.6	46.8	11.0	4.0	322.2
Pool34	26.2	44.0	28.2	19.0	18.2	18.1	26.0	7.0	2.0	179.8
Suwan-1	41.3	64.2	39.9	46.4	27.8	33.3	49.0	11.3	1.0	301.9
P 群平均	25.6	35.9	12.6	27.0	15.8	14.4	14.5	3.9	3.3	145.8
温系平均	11.3	8.0	12.0	20.2	15.8	16.6	14.7	3.4	4.0	98.6
热群平均	40.8	71.2	30.7	39.5	26.6	29.9	40.2	10.7	3.0	278.8

日照时数的变化影响着玉米生长点分化为雌雄器官这一过程发生的早晚。植株的株高、穗位高、雄穗长、雄穗分枝数等农艺性状反映玉米营养生长状况,抽雄期、散粉期、吐丝期、ASI 等生育期性状反映玉米生殖生长状况,以这 7 个性状作为评价 9 个 P 群玉米自交系光敏感反应的指标。9 个 P 群自交系、5 个对照温带骨干系以及 5 个热带、亚热带玉米群体的各个光敏感反应系数汇总于表 3。

由表 3 可知,9 个 P 群自交系的株高 (25.6)、穗位高(35.9)、雄穗分枝数(27.0)等营养生长性状的光敏感系数和所有性状光敏感系数总和(145.8)均介于 5 个温带对照系和 5 个热带、亚热带群体之间。说明 P 群自交系材料株高、穗位高和雄穗分枝数等营养生长性状上仍具有一定的光敏感反应。同时由表 3 还可知,P 群自交系的抽雄期、散粉期和吐丝期 3 个生殖生长性状光敏感系数平均值分别为 15.8、14.4 和 14.5,与温带对照系平均值接近 (15.8、16.6 和 14.7)。同时北京长日照环境下的 ASI 为 3.9,仅比温带对照系多 0.5 d,与热带群体相比则少 6.8 d。说明 P 群自交系在生殖生长性状上光敏感反应比较迟钝。在 P 群自交系间,自交系的光敏感反应差异较大,光敏感反应强烈的有沈 137、齐 319 和 1127 等;光敏感反应较弱的有 P007、X178 和混 008。说明 P 群自交系在选育过程中,可能分离出光敏感反应强和弱两种类型。

3 讨 论

3.1 P 群自交系性状的改良

由前面分析得知,P 群自交系的植株性状如抗倒伏能力强、保绿性好等性状,显著优于 5 个温带骨干系。但是 P 群自交系的株型和生育期等性状仍需得到进一步改善。P 群系的株型多为平展或半紧凑,这个问题可能是 P 群自交系单株平均产量降低的重要原因。从 P 群系的单株最大产量潜力上看,若改良了株型性状,P 群系的产量还是很高的。生育期偏晚则是 P 群自交系另一个需要改良的性状。这对光敏感反应强的自交系更不利,突出表现在制种上,如沈 137 在甘肃制种,用作母本生育期更加延迟,造成收获时水分含量高,在晾晒和运输过程中很容易受冻,严重影响了芽率,造成很大损失。

从 P 群自交系穗部性状室内考种结果看,P 群自交系子粒性状突出,但是其穗长很少有超过掖 8112 和 Mo17 的自交系,其穗粗显著低于旅大红骨自交系,穗行数多数在 12~14 行这个较窄的范围内。而在我国 Reid 和旅大红骨群中均有穗长和穗粗

的自交系,如 Reid 群自交系穗行数变化范围在 10~22 行。因此,需进一步改良拓宽 P 群自交系在穗部性状上的遗传组成。

综合以上分析,在本研究中 9 个 P 群种质自交系材料的抗性尤为突出,但是缺乏株型紧凑类型,生育期偏晚(在北方),自身产量低(大多数 P 群自交系不能用作制种母本)。因此,今后应重点加强在这几方面进一步改良 P 群种质。

3.2 P 群自交系在制种中应注意的问题

从 9 个 P 群自交系的植株农艺性状上看,P 群自交系的植株较高,雄穗比较发达,在部分组合中可以考虑用作父本,这样还可以避免 P 群自身产量低和成熟较晚的缺点。

3.3 P 群玉米材料的光敏感反应

从本研究结果分析看出,9 个 P 群自交系的光敏感反应主要表现在与营养生长相关的几个性状上,如株高、雄穗分枝数等。在生殖生长性状上光敏感反应迟钝。但是一些 P 群自交系如沈 137、齐 319、1127 等各项指标光敏感均反应强烈。由于商业育种公司的育种信息保密,我们对从美国先锋种子公司引进的这批杂交种 78599、87001、6JK111 等的遗传基础了解不多,只能从后代选系杂交种表现上粗略推测这些杂交种可能含有热带、亚热带遗传成分。在本试验中同一杂交种 78599 可以选出光敏感反应迟钝的 X178 和 P007 等,也可以选育出光敏感反应强烈的齐 319 和 1127 等,这说明 78599 杂交种是由一个光敏感反应强烈的亲本和一个反应迟钝的亲本杂交而成,这个光敏感反应强烈的亲本可能就是大家推测的具有热带血缘的自交系,然而在本试验中仍不能确定其是否具有热带遗传成分。

自交系 P007、X178 和混 008 的光敏感反应较弱。因此,从理论上讲,可以在 P 群自交系内部,利用光敏感反应弱的自交系对光敏感反应强的材料进行改良,使整个 P 群种质的光敏感反应特性弱化。但是育种实践表明,这 3 个光敏感反应弱的自交系一般配合力并不高,相反,几个光敏感反应强的自交系均表现出较高的一般配合力。因此,高产有利基因是否与光敏感反应这个性状连锁问题有待进一步研究。

在本试验中,温带骨干系丹 340 亦表现出较强的光敏感反应。热带群体 Pool 34 则表现出较弱的光敏感反应。说明光敏感现象是一个比较复杂的现象。

参考文献:

- [1] 戴景瑞. 我国玉米遗传育种的回顾与展望[A]. 21 世纪玉米遗传育种展望-玉米遗传育种国际讨论会文集[C]. 北京:中国农业科技出版社,2000,1-7. (下转第 44 页)

(上接第 38 页)

- [2] 赵久然,等.应用 RAPD 分子标记技术对我国玉米自交系进行类群划分[J].华北农学报,1999,14(1):32-37.
- [3] 吴敏生,等.AFLP 分子标记在玉米优良自交系优势群划分中的应用[J].作物学报,2000,26(1):9-13.
- [4] 袁力行,等.利用 RFLP 和 SSR 标记划分玉米自交系杂种优势类

群的研究[J].作物学报,2001,(2).

- [5] 王元东,等.P 群种质在玉米杂种优势利用和种质创新中的作用及展望[J].玉米科学,2004,12(2):10-12,15.
- [6] 任转滩,马 毅,李合新,等.浅谈我国玉米杂交种种质来源及其利用途径[J].玉米科学,2004,12(2):30-33.