

# 外引杂交种对玉米自交系 HL5175、HL5416 形态性状的改良效果

张 洋, 董永斌, 马智艳, 邓 飞, 乔大河, 徐 鹤, 李玉玲\*

(河南农业大学 农学院/河南省粮食作物生理生态与遗传改良重点实验室, 河南 郑州 450002)

**摘要:** 为了研究外引杂交种对本地自交系 HL5175 和 HL5416 形态性状的改良效果, 以自选 Reid 类群玉米自交系 HL5175 和 HL5416 与 4 个外引杂交种杂交, 经过选择淘汰后, 选择其中 6 个优良杂交组合(P522、P524、P539、P581、P582、P583)为材料, 测试分析 6 个组合 F<sub>2</sub> 群体 11 个形态性状的分离情况, 并与 2 个亲本自交系及自交系郑 58 和 PH6WC 进行了比较。结果表明: 6 个组合的 F<sub>2</sub> 群体在叶夹角、叶向值、雄穗分枝数等形态性状方面与亲本自交系相比均表现出较大分离, 变异系数为 7.18%~32.47%, 出现较多优于亲本自交系的单株。综合各形态性状表现以及与亲本自交系的比对结果, 认为 P524、P539、P583 组合综合表现更为突出, 可以在多个性状上对亲本自交系进行改良, 是选中选育具有优良形态性状自交系的重点基础群体。

**关键词:** 玉米; 自交系; F<sub>2</sub> 群体; 形态性状; 改良效果

中图分类号: S513 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)04-0026-06

## Improvement of Morphological Traits in Maize Inbred Lines HL5175 and HL5416 by Introduced Hybrids

ZHANG Yang, DONG Yong-bin, MA Zhi-yan, DENG Fei, QIAO Da-he, XU He, LI Yu-ling\*

(Key Laboratory of Physiological Ecology and Genetic Improvement of Field Crops in Henan Province/  
Agronomy College of Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to study the improving effect of morphological traits in local inbred lines of maize by the introduced hybrids, the inbred lines HL5175 and HL5416 were used to cross with four introduced hybrids. Six excellent crosses(P522, P524, P539, P581, P582, P583) were selected and their F<sub>2</sub> populations were used to study the segregating characteristics of 11 morphological traits. They were also compared with their parents and other two inbreds, Zheng 58 and PH6WC. The results showed that great differences and broad segregations existed among the six F<sub>2</sub> populations for morphological traits like leaf angle, LOV, tassel branch numbers, etc., the variation coefficients being 7.18%—32.47%. And many elite plants selected from the six F<sub>2</sub> populations were better than their two parental inbreds. Comprehensively considering the performance of all morphological traits and the comparison results with parental inbreds, P524, P539 and P583 could improve the parental inbreds in various traits, so they were considered as the main populations to improve the inbred HL5175 and HL5416, and develop new inbred lines with elite morphological traits in the future.

**Key words:** maize; inbred line; F<sub>2</sub> populations; morphological traits; improvement effect

收稿日期: 2013-11-19

基金项目: 河南省现代农业产业技术体系玉米遗传育种岗位专家项目(S2010-02-G01); 河南省农业科技创新项目

作者简介: 张 洋(1989-), 男, 河南洛阳人, 在读硕士研究生, 研究方向: 玉米遗传育种。E-mail: zhangyang3202@163.com

\* 通讯作者: 李玉玲(1962-), 女, 河南舞阳人, 教授, 博士生导师, 主要从事玉米遗传育种研究。

玉米自交系选育是组配优良杂交种的基础,也是玉米育种成功的关键<sup>[1]</sup>。由于我国种质资源相对匮乏,因此,利用国外种质改良国内自交系是玉米种质创新的常规方法<sup>[2-3]</sup>。HL5175 与 HL5416 是河南农业大学李玉玲教授领导的玉米遗传改良课题组选育的 Reid 类群优良玉米自交系,具有株型紧凑、配合力高等优点,但也分别存在雄穗分枝数过多、叶夹角较大的缺点,需要利用外来种质进一步改良。为此,本研究在以自交系 HL5175 和 HL5416 为父本、外引杂交种为母本,杂交组配三交 F<sub>1</sub> 群体的基础上,测试分析了 6 个选留 F<sub>2</sub> 群体的 11 个形态性状,并以 2 个亲本自交系和自交系郑 58 和 PH6WC 为对照,初步对比了各群体对 2 个亲本自交系形态性状的改良效果,以期为进一步从中选育具有优良形态性状的自交系奠定基础。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料及组配方法

2011 年在河南农业大学广武夏播试验基地以自选 Reid 类群优良玉米自交系 HL5175 和 HL5416 作父本,以 4 个新引进杂交种为母本杂交组配得到 8 个三交 F<sub>1</sub>。2011 年冬在河南农业大学海南三亚试验基地种植 8 个三交 F<sub>1</sub> 组合,人工套袋自交得到其 F<sub>2</sub>。收获时根据株型、综合抗病性和籽粒品质淘汰表现较差的 2 个组合,保留剩余的 6 个组合继续种植,作为进一步选育自交系的基础材料,6 个组合编号为 P522、P524、P539、P581、P582、P583。

2012 年在河南农业大学中牟夏播试验基地种植 4 个玉米自交系 PH6WC、郑 58、HL5175、HL5416 和 6 个 F<sub>2</sub> 群体。4 个亲本自交系为 2 行区, F<sub>2</sub> 群体视其 F<sub>1</sub> 表现和自交保留种子量而定。行长 4 m,每行种植 17 株,行距 0.67 m,每穴播种 3 粒,常规间定苗后单株留苗。各 F<sub>2</sub> 群体实际保留株数见表 1。田间管理同一般大田。

表 1 6 个组合 F<sub>2</sub> 群体的植株数量

项目	P522	P524	P539	P581	P582	P583
F <sub>2</sub> 群体/株	303	272	150	239	255	263

### 1.2 性状考查

授粉后 10 d 在各群体中逐株调查测试 10 个植株形态性状,自交系调查测试连续 5 株,包括株高、穗位高、穗上叶片数、雄穗长、雄穗分枝数、茎粗、穗上叶的叶长、叶垂直长(叶基部到叶最高点的长度)、叶宽和叶夹角,并由此计算叶面积、叶向值、顶高和顶

高/株高。其中,叶面积=叶长×叶宽×0.75(0.75 为叶面积系数),叶向值=(90-叶夹角)×(穗上叶垂直长/穗上叶长),顶高=株高-穗位高。

### 1.3 数据分析

用 SPSS Statistics V17.0 软件计算 4 个亲本自交系和 F<sub>2</sub> 群体各性状的平均值、标准差、偏度、峰度和变异系数。

## 2 结果与分析

### 2.1 4 个自交系各性状表现

由表 2 可以看出,4 个自交系在株高、穗位高、雄穗分枝数等方面存在较大差别。其中,自交系 HL5416 和 HL5715 雄穗分枝数分别为 8.00 个和 13.00 个,明显高于自交系 PH6WC 和郑 58。4 个自交系中,HL5416 的叶夹角值最高,为 38.00°,而顶高/株高性状值最低,为 0.57。

表 2 4 个自交系各性状平均值

性状	PH6WC	郑 58	HL5416	HL5175
株高/cm	232.00	151.33	146.50	172.00
穗位高/cm	77.00	44.33	63.00	52.33
顶高/cm	155.00	107.00	83.50	119.67
顶高/株高	0.67	0.71	0.57	0.70
穗上叶片数/片	5.00	5.00	5.00	6.67
雄穗长/cm	31.00	27.00	23.50	30.67
雄穗分枝数/个	3.00	4.33	8.00	13.00
茎粗/cm	1.99	1.52	1.64	1.92
叶面积/cm <sup>2</sup>	505.40	390.80	450.00	332.00
叶夹角/°	21.00	23.67	38.00	21.33
叶向值	64.22	43.94	51.17	65.07

### 2.2 6 个玉米组合 F<sub>2</sub> 群体株高相关性状表现

由表 3 可以看出,6 个组合 F<sub>2</sub> 群体的株高、穗位高、顶高和顶高/株高 4 个株高相关性状均表现较大分离,变异系数为 7.18%~18.11%。其中穗位高和顶高的变异系数较大,分别为 12.50%~16.13%和 11.52%~18.11%,变幅为 30.00~124.00 cm 和 58.00~203.00 cm。顶高/株高的变异系数最小,为 7.18%~10.30%,变幅为 0.38~0.86。除 P539 群体的株高、P524 群体的穗位高及 P522 和 P582 群体的顶高/株高外,其余性状各群体的偏度与峰度的绝对值均小于 1,呈连续正态分布。

4 个株高相关性状各群体的平均值也存在较大差异,株高、穗位高、顶高、顶高/株高依次为 202.25~227.64 cm、75.10~92.42 cm、115.64~148.60 cm、

0.57~0.66。其中 P582 群体的株高和穗位高最高,而 P524 群体的株高和 P539 群体的穗位高最低;P581 群体的顶高和顶高/株高最大,而 P524 群体的顶高和顶高/株高最小。

表 3 6 个组合 F<sub>2</sub> 群体形态相关性状表现

性状	群体	平均值±标准差	变幅	偏度	峰度	变异系数/ %	小于/大于自交系的株数及比例(%) <sup>*</sup>		
							HL5175/HL5416	PH6WC	郑 58
株高/cm	P522	209.91±22.77	135.00~271.00	-0.40	0.35	10.85	17/5.67	254/84.67	4/1.33
	P524	202.25±22.10	144.00~278.00	0.20	0.97	10.92	2/0.74	251/92.62	6/2.21
	P539	206.43±19.73	118.00~245.00	-1.17	3.11	9.56	5/3.82	122/93.13	3/2.29
	P581	224.50±19.19	175.00~278.00	-0.11	-0.37	8.55	0/0	152/63.87	0/0
	P582	227.64±21.24	164.00~292.00	0.03	0.09	9.33	0/0	144/57.14	0/0
	P583	220.57±20.67	153.00~274.00	-0.30	0.37	9.37	4/1.58	179/70.75	0/0
穗位高/cm	P522	75.12±10.35	42.00~107.00	-0.03	0.21	13.78	5/1.66	175/57.95	1/0.33
	P524	86.67±10.83	44.00~123.00	-0.42	1.32	12.50	6/2.21	39/14.34	0/0
	P539	75.10±10.93	36.00~107.00	-0.44	0.96	14.55	3/2.00	81/54.00	2/1.33
	P581	75.95±11.74	30.00~103.00	-0.29	0.18	15.46	2/0.84	123/51.68	1/0.42
	P582	92.42±11.95	55.00~124.00	0.14	0.22	12.93	3/1.18	19/7.45	0/0
	P583	77.56±12.51	38.00~107.00	0.01	-0.34	16.13	4/1.52	128/48.67	1/0.38
顶高/cm	P522	134.79±21.33	65.00~192.00	-0.65	-0.65	15.82	235/78.07	56/18.60	271/90.03
	P524	115.64±20.95	58.00~202.00	0.44	0.44	18.11	258/95.20	8/2.95	179/66.05
	P539	132.06±16.90	72.00~163.00	-0.87	-0.87	12.80	105/80.15	8/6.11	124/94.66
	P581	148.60±17.11	99.00~197.00	-0.20	-0.20	11.52	225/94.94	87/36.71	235/99.16
	P582	135.21±18.88	68.00~184.00	-0.06	-0.06	13.97	251/99.60	38/15.08	237/94.05
	P583	142.96±17.61	83.00~203.00	-0.18	-0.18	12.32	234/92.49	62/24.51	245/96.84
顶高/株高	P522	0.64±0.05	0.42~0.76	-0.86	1.60	8.55	35/11.67	91/30.33	22/7.33
	P524	0.57±0.06	0.40~0.74	-0.02	0.19	10.30	136/50.18	9/3.32	5/1.85
	P539	0.64±0.05	0.51~0.78	-0.03	0.09	7.59	15/11.45	33/25.19	9/6.87
	P581	0.66±0.05	0.53~0.86	0.09	0.78	7.18	50/21.10	97/40.93	35/14.77
	P582	0.59±0.05	0.38~0.74	-0.42	1.10	8.35	178/70.63	12/4.76	2/0.79
	P583	0.65±0.05	0.50~0.76	-0.07	0.06	7.46	34/13.44	79/31.23	27/10.67
穗上叶片数/片	P522	5.30±0.68	3.00~7.00	-0.13	-0.02	12.77	6/1.98	272/90.37	272/90.37
	P524	4.48±0.60	3.00~6.00	-0.09	-0.39	13.42	134/49.45	134/49.45	134/49.45
	P539	5.11±0.63	4.00~6.00	-0.09	-0.49	12.34	0/0	114/85.07	114/85.07
	P581	5.31±0.61	4.00~7.00	-0.06	-0.34	11.52	2/0.84	221/92.86	221/92.86
	P582	5.10±0.60	4.00~6.00	-0.04	-0.28	11.80	219/86.56	219/86.56	219/86.56
	P583	5.55±0.60	4.00~7.00	-0.09	-0.35	10.79	8/3.04	248/97.64	248/97.64
叶夹角/°	P522	22.02±6.96	8.00~45.00	0.40	-0.03	31.60	168/55.45	161/53.14	185/61.06
	P524	29.06±6.14	10.00~50.00	0.17	0.43	21.12	244/89.71	37/13.60	44/16.18
	P539	19.54±6.31	7.00~55.00	1.04	5.85	32.29	103/68.67	102/68.00	112/74.67
	P581	22.23±6.77	8.00~40.00	0.30	-0.51	30.45	129/53.97	129/53.97	139/58.16
	P582	25.32±6.56	10.00~40.00	0.31	0.31	25.91	236/93.28	88/34.78	96/37.94
	P583	19.25±6.25	7.00~40.00	0.59	0.39	32.47	190/72.24	190/72.24	199/75.67
叶向值	P522	64.61±8.94	36.88~81.67	-0.72	0.65	13.84	159/52.48	167/55.12	293/96.70
	P524	52.10±8.59	25.52~75.00	-0.06	-0.12	16.48	149/54.78	20/7.35	225/82.72
	P539	70.34±6.41	35.00~89.00	-0.99	5.34	9.11	113/75.33	132/88.00	149/99.33
	P581	63.49±8.12	32.86~82.00	-0.59	0.32	12.79	116/48.54	126/52.72	236/98.74
	P582	57.77±8.62	31.46~77.95	-0.43	-0.23	14.92	190/75.40	58/23.02	234/92.86
	P583	68.07±6.95	46.40~83.00	-0.52	0.06	10.21	183/69.58	188/71.48	263/100.00

续表 3 6 个组合 F<sub>2</sub> 群体形态相关性状表现

性状	群体	平均值±标准差	变幅	偏度	峰度	变异系数/ %	小于/大于自交系的株数及比例(%) *		
							HL5175/HL5416	PH6WC	郑 58
叶面积/cm <sup>2</sup>	P522	443.10±81.52	241.20~687.53	0.28	-0.12	18.40	27/8.91	237/78.22	79/26.07
	P524	480.20±87.01	239.40~703.80	-0.08	-0.32	18.12	95/34.93	166/61.03	46/16.91
	P539	364.42±74.53	158.40~567.38	-0.31	0.06	20.45	45/30.00	148/98.67	96/64.00
	P581	454.55±74.53	283.20~646.80	0.32	-0.25	16.40	9/3.77	182/76.15	46/19.25
	P582	486.76±72.86	271.30~694.95	0.02	-0.02	14.97	70/27.56	154/60.63	24/9.45
	P583	433.12±76.02	228.00~633.60	0.01	-0.24	17.55	23/8.75	214/81.37	81/30.80
雄穗长/cm	P522	29.67±5.26	8.00~42.00	-0.48	0.38	17.74	160/53.87	160/53.87	80/26.94
	P524	27.34±5.26	12.00~42.00	-0.43	0.32	19.24	51/18.82	209/77.12	112/41.33
	P539	30.11±6.10	10.00~55.00	-0.17	2.02	20.25	71/51.45	71/51.45	36/26.09
	P581	30.06±4.58	17.00~40.00	-0.98	4.28	15.23	141/59.24	141/59.24	49/20.59
	P582	25.79±3.82	15.00~40.00	-0.77	6.14	14.82	50/19.92	239/95.22	155/61.75
	P583	27.89±3.89	15.00~37.00	-0.16	0.23	13.96	214/82.95	214/82.95	93/36.05
雄穗分枝数/个	P522	6.56±1.92	1.00~14.00	0.22	0.65	29.27	295/99.66	4/1.35	43/14.53
	P524	5.05±1.57	1.00~12.00	0.60	1.15	31.14	252/93.68	6/2.23	110/40.89
	P539	6.52±1.96	1.00~13.00	0.70	1.31	30.06	134/98.53	1/0.74	18/13.24
	P581	7.21±2.30	3.00~15.00	0.50	-0.09	31.87	233/97.90	0/0	26/10.92
	P582	6.61±1.94	2.00~13.00	0.99	1.24	29.42	188/74.90	1/0.40	22/8.76
	P583	7.04±2.13	1.00~15.00	0.49	0.61	30.24	253/98.44	2/0.78	23/8.95
茎粗/cm	P522	1.81±0.30	1.19~4.65	2.82	25.51	16.56	94/31.02	73/24.09	263/86.80
	P524	1.85±0.31	0.87~2.69	0.06	0.20	16.89	202/74.26	91/33.46	235/86.40
	P539	1.64±0.25	0.84~2.09	-0.51	0.04	15.36	20/13.33	10/6.67	102/68.00
	P581	1.99±0.29	1.17~2.82	0.01	0.24	13.84	146/61.09	124/51.88	229/95.82
	P582	1.82±0.29	1.16~2.83	0.44	0.57	15.85	192/75.29	62/24.31	223/87.45
	P583	1.79±0.24	1.11~2.67	-0.10	0.52	13.65	82/31.18	46/17.49	226/85.93

注: \* 指株高、穗位高、叶面积、叶夹角、雄穗长和雄穗分枝数小于 4 个自交系,顶高、顶高/株高、穗上叶片数、叶向值和茎粗大于 4 个自交系,其中 P522、P539、P581、P583 群体有共同亲本 HL5175, P524、P582 群体有共同亲本 HL5416。

P522、P539、P581、P583 群体与共同亲本自交系 HL5175 相比(表 3),除 P581 群体的株高外,各群体均分离出株高和穗位高较低,而顶高和顶高/株高较高的植株。其中,各群体株高、穗位高低于 HL5175 的株数较少,分别为 0~17 株和 2~5 株,占各群体总株数的 0~5.67%、0.84%~2.00%;各群体顶高和顶高/株高高于 HL5175 的株数为 105~235 株和 15~50 株,占 78.07%~94.94%和 11.45%~21.10%。P524、P582 群体与共同亲本自交系 HL5416 相比(表 3),各群体株高、穗位高低于 HL5416 的株数较少,分别为 0~2 株和 3~6 株,占各群体总株数的 0~0.74%和 1.18%~2.21%;顶高高于 HL5175 的株数分别为 251 株和 258 株,占 95.2%和 99.6%;顶高/株高高于 HL5175 的株数分别为 136 株和 178 株,占 50.18%和 70.63%。

2 个大面积推广的杂交种的亲本自交系 PH6WC 与郑 58 相比,除顶高/株高外,PH6WC 各性状均高于郑 58。与这 2 个自交系相比,各群体株高、穗位高低于 PH6WC 的株数均较多(株高为 122~254 株,占 57.14%~93.13%,穗位高为 19~175 株,占 7.45%~57.95%),低于郑 58 的株数很少(株高为 0~6 株,占 0~2.29%,穗位高为 0~2 株,

占 0~1.33%)。顶高高于郑 58 的株数较多,为 124~271 株,占 66.05%~99.16%,高于 PH6WC 的株数较少,为 8~87 株,占 2.95%~36.71%。顶高/株高性状高于 PH6WC 的株数较多,为 9~97 株,占 3.32%~40.93%,高于郑 58 的株数较少,为 2~35 株,占 0.79%~14.77%。

### 2.3 6 个玉米组合 F<sub>2</sub> 群体叶片相关性状的表現

在穗上叶片数、叶面积、叶夹角、叶向值 4 个叶片相关性状中,叶夹角的变异系数最大,为 21.12%~32.47%,变幅为 7°~55°;而叶向值的变异系数最小,为 9.11%~16.48%,变幅为 25.52~89.00(表 3)。从各群体叶片相关性状的平均表现来看, P583 群体的穗上叶片数最大(5.55 片), P524 群体最小(4.48 片),但各群体单株穗上叶片数最大值差异不大,均为 6~7 片;叶夹角、叶向值和叶面积各群体平均值的变幅分别为 19.25°~29.06°、52.10~70.34 和 364.42~486.76 cm<sup>2</sup>。除 P539 群体的叶夹角和叶向值外,其余性状各群体峰度与偏度的绝对值均小于 1,呈连续正态分布。

P522、P539、P581 和 P583 群体与共同亲本自交系 HL5175 相比(表 3),均分离出叶向值较高而

叶面积、叶夹角较小的单株。其中, P539 群体分离出叶向值大于 HL5175 的比例最高, 占 75.33%; 而 P581 群体最少, 占 48.54%。P539 群体分离出叶面积小于 HL5175 的比例最高, 占 30.00%; 而 P581 群体最少, 仅占 3.77%。P583 群体分离出叶夹角小于 HL5175 的株数最多, 为 190 株, 占 72.24%; 而 P581 群体分离出叶夹角小于 HL5175 的比例最少, 为 53.97%。除 P539 外, 群体 P522、P581、P583 均分离出穗上叶片数多于亲本的单株, 但比例较低, 分别为 1.98%、0.84%、3.04%。

P524 和 P582 群体与共同亲本自交系 HL5416 相比(表 3), 各群体叶向值大于 HL5416 的株数分别为 149 株和 190 株, 占 54.78%和 75.40%; 叶面积低于 HL5416 的株数分别为 95 株和 70 株, 占 34.93%和 27.56%; 叶夹角小于 HL5416 的株数分别为 244 株和 236 株, 占 89.71%和 93.28%。

在 2 个大面积推广杂交种的亲本自交系中, PH6WC 的叶向值和叶面积高于郑 58, 叶夹角低于郑 58, 穗上叶片数两者相等。各性状所有群体均分离出优于最优自交系的植株, 其中穗上叶片数高于 PH6WC 的株数为 114~272 株, 占 49.45%~97.64%; 叶向值高于 PH6WC 的株数为 20~188 株, 占 7.35%~88.00%; 叶面积小于郑 58 的株数为 24~96 株, 占 9.45%~64.00%; 叶夹角小于 PH6WC 的株数为 37~190 株, 占 13.60%~72.24%。

#### 2.4 6 个玉米组合 $F_2$ 群体雄穗长及雄穗分枝数的表现

从表 3 可以看出, 6 个组合的  $F_2$  群体雄穗长和雄穗分枝数也存在较大分离, 雄穗长的变异系数为 13.96%~20.25%, 最大变幅为 8.00~55.00 cm; 雄穗分枝数的变异系数为 29.27%~31.87%, 最大变幅为 1.00~15.00 个。2 个性状各群体偏度的绝对值均小于 1, 峰度也多小于 1, 呈连续正态分布。从各群体雄穗长和雄穗分枝数的平均表现来看, P539 群体的雄穗长最大, 为 30.11 cm; P582 群体最小, 为 25.79 cm; P581 群体的雄穗分枝数最多, 为 7.21 个, P524 群体最少, 为 5.05 个。

P522、P539、P581、P583 群体与共同亲本自交系 HL5175 相比(表 3), 各群体均分离出以上 2 个性状表现较小的单株。其中, P583 群体分离出雄穗长小于 HL5175 的株数最多, 为 214 株, 占 82.95%; P539 群体分离出雄穗长小于 HL5175 的株数最少, 为 71 株, 占 51.45%。对于雄穗分枝数, 由于 HL5175 的雄穗分枝数较多, 为 13 个, 各群体均分离出较多小于 HL5175 的单株, 为 134~295

株, 占 97.90%~99.66%。P524 和 P582 群体与共同亲本自交系 HL5416 相比(表 3), 雄穗长小于 HL5416 的株数分别为 51 株和 50 株, 各占 18.82%和 19.92%; 雄穗分枝数低于 HL5416 的株数分别为 252 株和 188 株, 各占 93.68%和 74.90%。

在 2 个大面积推广杂交种的亲本自交系中, 郑 58 的雄穗长较短, 为 27.00 cm, PH6WC 的雄穗分枝数较少, 为 3.00 个, 6 个群体均分离出雄穗长小于郑 58 的单株, 为 36~155 株, 占 20.59%~61.75%, 而雄穗分枝数小于 PH6WC 的株数则较少, 为 0~6 株, 占 0~2.23%。

#### 2.5 6 个玉米组合 $F_2$ 群体茎粗的表现

从表 3 可以看出, 6 个组合的  $F_2$  群体茎粗变异系数为 13.65%~16.89%, 变幅为 0.84~4.65 cm。除 P522 外, 其余群体茎粗呈连续正态分布。从各群体茎粗平均表现来看, 各群体差异并不明显, 为 1.64~1.99 cm, 其中 P581 群体茎粗最大, 为 1.99 cm。

P522、P539、P581、P583 群体与共同亲本自交系 HL5175 相比(表 3), 各群体均分离出优于 HL5175 的单株。其中 P581 群体最多, 为 146 株, 占 61.09%, P539 群体最少, 为 20 株, 占 13.33%。P524 和 P582 群体与共同亲本自交系 HL5416 相比(表 3), 茎粗大于 HL5416 的株数分别为 202 株和 192 株, 占 74.26%和 75.29%。

在 2 个大面积推广杂交种的亲本自交系中, PH6WC 的茎秆较粗。各群体茎粗大于 PH6WC 的株数为 10~124 株, 占 6.67%~51.88%。

### 3 结论与讨论

高水平基础材料的组配是选育玉米自交系, 进而组配出优良杂交种的关键<sup>[4-5]</sup>。本研究以改良自选自交系 HL5175 和 HL5416 的形态性状为主要目的, 比较全面地分析了 6 个选留  $F_2$  基础群体的 11 个形态性状的平均表现及分离特征, 从而确定了进一步保留继续选系的基础群体和优良植株。从  $F_2$  群体各性状的分离特征来看, 多呈连续正态分布, 为多基因控制的复杂数量性状, 这与以往研究结果相一致<sup>[5-7]</sup>。

株高影响单株生物产量、抗倒伏性和冠层叶片分布。Tollenar 等<sup>[8]</sup>认为, 由于单株叶面积和株高对玉米单株生物产量和籽粒产量具有重要作用, 育种家不可能以牺牲玉米单株生物产量为代价来换取株型的改良。在不降低株高的条件下, 通过降低植株重心, 提高顶高与株高的比值, 同样可以提高其抗倒伏性<sup>[9]</sup>。在自交系 HL5416 的株高相关性状中,

顶高/株高值明显低于优良自交系郑 58 和 PH6WC,是需要改良的目标性状。从 P524 和 P582 群体的株高相关性状表现来看,2 个群体均分离出优于 HL5416、郑 58 和 PH6WC 表现的植株,但数量较少。但  $F_2$  单株大多基因型高度杂合,而株高相关性状杂种优势较高,随着后代连续自交和大部分基因位点的纯合,性状表现将会变差。

叶夹角直接影响光和  $CO_2$  在冠层内的分布及群体的光能利用,进而影响植株生长发育和生理特性,最终影响产量<sup>[9]</sup>。叶向值是衡量玉米株型上冲与否的重要综合指标,叶向值越小,株型越披散,叶向值越大,株型越上冲<sup>[10]</sup>。叶面积决定植株光合面积的大小,但叶面积过大会造成田间荫蔽。待改良自交系中,自交系 HL5416 的叶夹角值明显大于优良自交系郑 58 和 PH6WC,是需要改良的目标性状。从  $F_2$  分离群体叶夹角表现来看,P524 和 P582 群体中均分离出较多优于自交系的单株,各占群体总数的 89.71%和 93.28%,是改良 HL5416 的适宜群体。

雄穗是玉米育种和种子生产过程中被关注的重要农艺性状之一,具有较小雄穗的植株,有益于增加下层叶片的透光性并减少对养分的消耗,提高产量。Gerald 等<sup>[11]</sup>研究表明,雄穗分枝数与产量呈负相关,作为母本自交系或父本自交系在保证花粉量的情况下,雄穗分枝数越少越好。自交系 HL5175 和 HL5416 均具有雄穗较长和雄穗分枝数较多的特点,是需要改良的主要目标性状。从 6 个  $F_2$  群体的表现来看,与亲本自交系和郑 58 相比,各群体雄穗长、雄穗分枝数明显降低,但与 PH6WC 相比,雄穗分枝数明显较多。群体 P524 和 P583 具有较低的雄穗长与分枝数,分离出优于亲本的株数较多,是改良 HL5416 和 HL5175 雄穗性状的适宜群体。

茎粗与玉米植株的抗倒性密切相关。与优良自交系郑 58、PH6WC 相比,HL5175 与 HL5416 的茎粗高于郑 58,低于 PH6WC, P581 和 P524 群体茎粗平均值最大,且大于各自亲本自交系的株数最多,是改良该性状的适宜群体。

综合供试材料各形态性状表现,6 个  $F_2$  群体在顶高、叶夹角、叶向值、雄穗分枝数等形态性状方面与亲本自交系相比表现出较大分离,具有较多优于亲本自交系的单株,分别占群体总数的 78.07%~99.60%、53.97%~93.28%、48.54%~75.40%、74.90%~99.66%。其中,与亲本自交系 HL5175 相比,P539 群体在株高、穗位高、叶夹角、叶向值、叶面积、雄穗分枝数 6 个性状中均含有较多优于亲本自交系的单株,综

合表现更为突出。P583 群体次之,在顶高/株高、穗上叶片数、叶夹角、叶向值、雄穗长 5 个性状中具有较多优于亲本自交系的单株,易从这 2 个群体对自交系 HL5175 进行改良。对自交系 HL5416 而言,P524 群体在株高、穗位高、顶高、叶面积、雄穗分枝数、茎粗 6 个性状中均具有较多优于亲本自交系的单株,综合表现更为突出,是进一步从中选育具有优良形态性状自交系的重点基础群体。

需要指出的是, $F_2$  代是第 1 次分离世代,大部分基因位点处于杂合状态。随着进一步自交纯合,株高、穗位高、顶高、叶面积等杂种优势较高的形态性状表现将会显著降低<sup>[12-13]</sup>。因此,在早期分离世代,可适当放宽对这些性状的选株标准,但应注重株高与穗位高、顶高,叶面积与叶长、叶宽等相关性状间的协调性。

#### 参考文献:

- [1] 曹广才,徐雨昌.实用玉米自交系[M].北京:气象出版社,2000.
- [2] 郭成,陈泽辉,祝云芳,等.玉米 Tuxpeno 和 Suwan 种质改良系农艺性状的分析[J].贵州农业科学,2010,38(7):1-4.
- [3] 曾三省.中国玉米杂交种的种质基础[J].中国农业科学,1990,23(4):1-9.
- [4] 高长健,张宝石,李明德,等.玉米植株形态和穗部性状的遗传特性及育种的选择方式[J].国外农学—杂粮作物,1996(6):6-9.
- [5] 申炳涛,董永斌,周强,等.玉米  $F_1$ 、 $F_2$  代植株性状的遗传背景及适宜群体筛选[J].河南农业科学,2012,41(5):8-14.
- [6] 丰光,李妍妍,景希强,等.玉米雄穗分枝性状的数量遗传分析[J].沈阳农业大学学报,2011,42(1):94-97.
- [7] 丰光,景希强,李妍妍,等.玉米穗上叶与主茎夹角性状的数量遗传研究[J].玉米科学,2012,20(1):53-56.
- [8] Tollenar M, Wu J. Yield improvement in temperate maize is contribute to greater stress[J]. Crop Science, 1999, 39(6):1597-1604.
- [9] 彭勃.玉米主要株型性状的遗传分析[D].沈阳:沈阳农业大学,2007:7-8.
- [10] 王振华,张新.我国玉米骨干自交系形态性状的鉴定与评价[J].玉米科学,2004,12(2):7-9.
- [11] Gerald I O, Miranda Filho J B, Vencovsky R. Estimates of genetic parameters for tassel characters in maize (*Zea mays* L.) and breeding perspectives[J]. Maydica, 1985, 30(1):1-14.
- [12] 苏义臣,苏桂华,柳迎春,等.玉米产量和植株形态性状杂种优势分析[J].吉林农业科学,2012,37(3):1-3.
- [13] 戚廷香,梁文科,张文生.几个玉米自交系的杂种优势分析[J].玉米科学,2006,14(5):4-8.