

欧洲玉米种质 BRC 选系主要农艺性状的配合力及杂种优势分析

高旭东, 周旭梅, 高洪敏, 丰 光, 景希强

(丹东农业科学院, 辽宁 凤城 118109)

摘 要: 采用 NC II 遗传交配设计, 以分属于 5 个杂种优势群的自交系昌 7-2、DH34、Mo17、郑 58 和丹 988 为测验种, 与 5 个欧洲玉米种质 BRC 选系组配 25 个杂交组合, 分析 5 个欧洲玉米种质 BRC 选系的主要农艺性状的配合力及杂种优势。结果表明, 自交系 BRC-1 和 BRC-5 单株产量及相关性状一般配合力表现较好, 在玉米育种中有较大的利用潜力; 组合 BRC-5×Mo17、BRC-6×DH34 和 BRC-1×丹 988 是产量及相关性状特殊配合力综合表现优良的组合; BRC-5×DH34、BRC-1×DH34、BRC-1×丹 988、BRC-6×DH34 和 BRC-1×昌 7-2 是单株产量总配合力和杂种优势表现突出的组合。BRC 种质选系或 BRC 改良自交系可与旅大红骨、塘四平头、PN78599 类群的玉米自交系杂交组配出强优势玉米杂交种。

关键词: 玉米; 欧洲种质; 配合力; 杂种优势

中图分类号: S513.035.1

文献标识码: A

Combining Ability of Main Agronomic Traits and Heterosis of European Maize Germplasm BRC

GAO Xu-dong, ZHOU Xu-mei, GAO Hong-min, FENG Guang, JING Xi-qiang

(Dandong Academy of Agricultural Sciences, Fengcheng 118109, China)

Abstract: The main agronomic traits combining ability and heterosis of five inbred lines which selected from European germplasm BRC were analyzed by using NC II genetic mating designs and using inbred lines of Chang7-2, DH34, Mo17, Zheng58 and Dan988, which belong to the five heterosis groups respectively, as the testing parents which were crossed with five inbred lines selected from European germplasm BRC to 25 hybrids. The results showed that inbred line BRC-1 and BRC-5, which had great utilization potential in maize breeding, high general combining ability of the single plant grain yield and related traits; BRC-5×Mo17, BRC-6×DH34 and BRC-1×Dan988 were the combinations which had high special combining ability of yield and good related traits; BRC-5×DH34, BRC-1×DH34, BRC-1×Dan988, BRC-6×DH34 and BRC-1×Chang7-2 were the combinations which had high general combining ability of yield and prominent heterosis; The hybrids crossed by BRC selected inbred lines or their improved inbred lines and the inbred lines of Luda Red Cob, Tangsipingtou and the inbred lines of PN78599 group had high heterosis.

Key words: Maize; European germplasm; Combining ability; Heterosis

收稿日期: 2014-12-17

基金项目: 国家“863”计划课题“强优势玉米杂交种的创制与应用”(2011AA10A103)、辽宁省农业领域青年科技创新人才培养计划(2014009)、国家科技支撑计划“农作物新品种规模化制种关键技术研究产业化”(2011BAD35B08)

作者简介: 高旭东(1981-), 男, 辽宁丹东人, 助理研究员, 主要从事玉米遗传育种研究。E-mail: ddnkygxd@163.com
景希强为本文通讯作者。

随着耐密玉米杂交种郑单 958 和先玉 335 在我国的大面积的推广, 选育耐密、多抗玉米杂交种成为持续提高玉米产量的重要途径之一。然而, 我国高产、优质、耐密、抗逆、适应性广的玉米种质资源匮乏, 严重制约了玉米育种的快速发展。因此, 利用外来种质资源, 采用有效的育种手段进行种质创新, 选育玉米自交系, 是玉米育种发展的必由之路。本研究以从欧洲巴塞罗那(Barcelona)引进的 10 份玉米种质(简称 BRC 种质)为基础试材, 经南繁北育, 选育出

5个农艺性状优良的早熟、耐密玉米自交系,研究探讨BRC玉米自交系与属于不同杂优类群的玉米骨干系的配合力情况及杂种优势表现,为欧洲玉米种质在我国的有效利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

丹东农业科学院2006年从欧洲引进10份BRC种质,该种质的主要特点是熟期早、株型清秀、耐密植、轴细、粒深,经过南繁北育,选育出一系列纯合的玉米自交系,命名为BRC选系。本试验选取其中的5个优良玉米自交系BRC-1、BRC-2、BRC-5、BRC-6、BRC-10作为母本,以分属于5个杂种优势群的自交系昌7-2、DH34、Mo17、郑58、丹988为父本(测验种)。供试自交系及其来源见表1。

表1 供试亲本自交系及其来源
Table 1 Maize inbred lines and source

自交系 Inbred line	来源 Source	自交系 Inbred line	来源 Source
BRC-1	欧洲种质	昌7-2	塘四平头类群
BRC-2	欧洲种质	DH34	旅大红骨类群
BRC-5	欧洲种质	Mo17	Lancaster类群
BRC-6	欧洲种质	郑58	Reid类群
BRC-10	欧洲种质	丹988	PN78599类群

1.2 试验设计

2013年按照NCⅡ遗传交配设计组配出25个杂交组合。2014年将25个杂交组合种于丹东农业科学院试验田。试验采用随机区组试验设计,4行区,3次重复,行长4 m,行63 cm,种植密度60 000株/hm²。

田间管理同一般大田。收获时选取中间两行收获。田间调查株高、穗位高和倒伏率,收获后每个组合随机选取10个果穗考察穗长、穗粗、穗行数、行粒数和百粒重(折算成14%含水量的百粒重),计算单株产量(折算成14%含水量的单株产量)。

1.3 统计分析

利用Excel 2003和DPS3.01软件进行各性状的方差分析、配合力方差分析、估算一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA),计算总配合力(TCA)。以25个组合的单株产量平均值($\bar{X}_I$)为基数计算平均杂种优势,对欧洲BRC种质选系进行杂种优势分析,探讨欧洲种质BRC自交系杂种优势利用途径。

$$\begin{aligned} \text{总配合力(TCA)} &= \text{GCA} + \text{SCA} \\ \text{平均杂种优势} &= (\bar{F}_I - \bar{X}_I) / \bar{X}_I \times 100\%^{[1]} \end{aligned}$$

2 结果与分析

2.1 方差分析

经过田间调查,在60 000株/hm²的试验密度下,25个杂交组合3次重复均未发生倒伏或倒折。对25个杂交组合的株高、穗位高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和单株产量共8个农艺性状进行方差分析结果表明(表2),不同组合间8个性状的差异都达极显著水平,区组间差异不显著,说明各性状之间的差异是由各杂交组合之间的差异决定的。配合力方差分析表明,P1自交系单株产量GCA方差达显著水平,其他7个性状GCA差异不显著;P2自交系8个性状GCA方差均达极显著水平;测交组合P1×P2的株高、穗位高、穗长、穗粗、行粒数的SCA效应达极显著水平,百粒重和单株产量的SCA效应达显著水平,穗行数的SCA效应差异不显著。

表2 各性状的方差分析
Table 2 Variance analysis of different characters

变异来源 Source of variation	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	穗行数 Ear rows	行粒数 Kernel number	百粒重 100-kernel weight	单株产量 Yield per plant
区组	0.46	0.61	2.66	0.92	0.93	2.20	0.87	3.07
组合	50.10**	43.05**	22.34**	117.28**	17.58**	19.43**	12.46**	30.00**
P1	0.59	0.71	1.71	0.44	1.13	2.94	1.93	4.56*
P2	22.55**	23.33**	11.68**	33.62**	72.84**	9.00**	31.06**	80.22**
P1×P2	11.07**	9.21**	7.71**	18.49**	1.35	7.32**	2.02*	2.03*

注:**为0.01显著水平;*为0.05显著水平。P1为5个BRC选系的一般配合力;P2为5个测验种的一般配合力;P1×P2为测交组合的特殊配合力。

Note: **indicated significant level at $\alpha=0.01$; *indicated significant level at $\alpha=0.05$. P1, GCA of 5 BRC lines; P2, GCA of 5 common testers; P1×P2, SCA of test crosses.

2.2 BRC选系一般配合力分析

由表3可以看出,自交系BRC-1的单株产量GCA效应最大,为8.48;穗粗、穗行数、行粒数的GCA效应为正值;株高、穗位高、穗长、穗粗、百粒重的GCA效应为负值,说明用自交系BRC-1较易组配出株型好、果穗粗、穗行数多、行粒数多的高产玉米杂交种。自交系BRC-5的单株产量配合力为1.18,

株高、穗位高、穗长、行粒数、百粒重的GCA效应为正值;穗粗、穗行数的GCA效应为负值,用自交系BRC-5易组配出株高和穗位较高、果穗长、行粒数多、百粒重大的玉米杂交种。BRC-2、BRC-6、BRC-10的单株产量的GCA效应均为负值,但BRC-10的行粒数、百粒重为较明显的正值,表明BRC-10在提高行粒数和百粒重方面是可以利用的。

表3 BRC选系一般配合力效应值
Table 3 GCA for different characters of BRC selected inbred lines

自交系	株高	穗位高	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	百粒重	单株产量
Inbred line	Plant height	Ear height	Ear length	Ear diameter	Ear rows	Kernel number	100-kernel weight	Yield per plant
BRC-1	-1.07	-1.14	-1.07	2.14	2.02	4.28	-2.15	8.48
BRC-2	1.19	1.28	1.19	-0.22	0.34	0.87	0.26	-1.32
BRC-5	0.26	0.25	0.26	-0.60	-2.19	-2.73	-1.57	1.18
BRC-6	-0.79	-0.67	-0.79	0.65	-1.35	-6.32	1.56	-4.51
BRC-10	0.40	0.28	0.40	-1.97	1.18	3.90	1.90	-3.83

2.3 杂交组合的特殊配合力分析

表4 杂交组合的特殊配合力效应值
Table 4 SCA for different characters of the combinations

组合	株高	穗位高	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	百粒重	单株产量
Combination	Plant height	Ear height	Ear length	Ear diameter	Ear rows	Kernel number	100-kernel weight	Yield per plant
BRC-1×昌7-2	1.98	1.96	1.98	-0.52	-2.87	2.16	0.46	0.42
BRC-1×DH34	0.21	0.30	0.21	-3.64	5.56	7.65	-1.56	-6.73
BRC-1×Mo17	-4.09	-4.00	-4.09	-0.4	-3.71	2.16	-1.34	-2.06
BRC-1×郑58	0.58	0.60	0.58	4.71	2.19	-7.49	-2.30	3.43
BRC-1×丹988	1.33	1.13	1.33	-0.15	-1.18	-4.47	4.74	4.94
BRC-2×昌7-2	-5.07	-5.00	-5.07	5.58	3.04	6.51	1.48	-4.11
BRC-2×DH34	4.59	4.19	4.59	-3.76	-5.40	-5.98	-1.84	-1.53
BRC-2×Mo17	2.16	1.65	2.16	-3.01	2.19	-2.95	-2.45	2.51
BRC-2×郑58	-0.87	-0.49	-0.87	0.85	-0.34	-0.30	3.91	2.20
BRC-2×丹988	-0.82	-0.35	-0.82	0.35	0.51	2.73	-1.10	0.93
BRC-5×昌7-2	0.18	0.35	0.18	-6.50	-2.87	-10.71	1.00	-5.59
BRC-5×DH34	-1.59	-1.53	-1.59	2.22	1.35	-0.49	-2.69	3.92
BRC-5×Mo17	-0.05	-0.19	-0.05	11.06	4.72	5.37	1.52	6.96
BRC-5×郑58	1.12	0.98	1.12	-5.63	-2.02	5.19	-0.28	-2.68
BRC-5×丹988	0.35	0.40	0.35	-1.15	-1.18	0.64	0.46	-2.60
BRC-6×昌7-2	1.12	0.93	1.12	-4.01	4.72	-0.49	-2.41	3.46
BRC-6×DH34	-1.24	-1.28	-1.24	3.46	0.51	-6.36	5.49	4.96
BRC-6×Mo17	-1.45	-0.55	-1.45	-0.15	-4.55	-2.38	1.44	-9.06
BRC-6×郑58	-0.40	-0.70	-0.40	-1.27	-2.87	5.94	-3.42	-4.00
BRC-6×丹988	1.98	1.60	1.98	1.97	2.19	3.29	-1.10	4.64
BRC-10×昌7-2	1.79	1.75	1.79	5.46	-2.02	2.54	-0.52	5.83
BRC-10×DH34	-1.96	-1.68	-1.96	1.72	-2.02	5.19	0.61	-0.62
BRC-10×Mo17	3.42	3.09	3.42	-7.50	1.35	-2.20	0.83	1.65
BRC-10×郑58	-0.42	-0.38	-0.42	1.35	3.04	-3.33	2.09	1.05
BRC-10×丹988	-2.83	-2.78	-2.83	-1.02	-0.34	-2.20	-3.01	-7.91

由表4所示,25个杂交组合中单株产量的特殊配合力相对效应值为正值的有14个组合,其中SCA效应较高的组合有:BRC-5×Mo17、BRC-10×昌7-2、BRC-6×DH34、BRC-1×丹988、BRC-6×丹988、BRC-5×DH34、BRC-6×昌7-2、BRC-1×郑58,SCA效应值分别为6.96、5.83、4.96、4.94、4.64、3.92、3.46、3.43。BRC-1的单株产量一般配合力较高,组合BRC-1×DH34、BRC-1×Mo17特殊配合力为负值,BRC-1的高配合力没有体现出来;BRC-5的一般配合力为正值,但在组合BRC-5×昌7-2、BRC-5×郑58、BRC-5×丹988中没有体现出来;自交系BRC-2、BRC-6、BRC-10的单株产量GCA效应为负值,但组合BRC-10×昌7-2、BRC-6×DH34、BRC-6×丹988、BRC-6×昌7-2单株产量却表现出较高的特殊配合力。

25个杂交组合中株高、穗位高、穗长SCA效应最高的组合均为BRC-2×DH34,其次为BRC-10×

Mo17;株高、穗位高、穗长SCA效应最低的两个组合分别为BRC-2×昌7-2和BRC-1×Mo17。穗粗的SCA效应最高的两个组合为BRC-5×Mo17和BRC-2×昌7-2;穗粗SCA效应最低的两个组合为BRC-10×Mo17和BRC-5×昌7-2。穗行数最高的组合为BRC-1×DH34和BRC-5×Mo17;穗行数SCA效应最低的组合为BRC-2×DH34和BRC-6×Mo17。行粒数SCA效应最高的两个组合是BRC-1×DH34和BRC-2×昌7-2;行粒数SCA效应最低的组合为BRC-2×DH34和BRC-5×昌7-2。百粒重SCA效应最高的两个组合是BRC-6×DH34和BRC-1×丹988;百粒重SCA效应最低的组合为BRC-6×郑58和BRC-10×丹988。单株产量特殊配合力表现突出,并结合其他农艺性状的SCA来看,BRC-5×Mo17、BRC-6×DH34、BRC-1×丹988是特殊配合力表现优良的组合。

2.4 单株产量的总配合力效应分析

表5 杂交组合的单株产量总配合力效应及其田间表现
Table 5 TCA effects for yield per plant and yield performance in field of the combinations

组 合 Combination	一般配合力 GCA		特殊 配合力 SCA	总配 合力 TCA	单株产量(g) Yield per plant	组 合 Combination	一般配合力 GCA		特殊 配合力 SCA	总配 合力 TCA	单株产量(g) Yield per plant
	母 本 Female	父 本 Male					母 本 Female	父 本 Male			
BRC-1×昌7-2	8.48	12.12	0.42	21.02	201.5	BRC-5×郑58	1.18	-15.18	-2.68	-16.68	138.7
BRC-1×DH34	8.48	22.68	-6.73	24.43	207.1	BRC-5×丹988	1.18	10.85	-2.6	9.42	182.1
BRC-1×Mo17	8.48	-30.47	-2.06	-24.05	126.4	BRC-6×昌7-2	-4.51	12.12	3.46	11.07	184.9
BRC-1×郑58	8.48	-15.18	3.43	-3.26	161.0	BRC-6×DH34	-4.51	22.68	4.96	23.13	205.0
BRC-1×丹988	8.48	10.85	4.94	24.27	206.9	BRC-6×Mo17	-4.51	-30.47	-9.06	-44.04	93.1
BRC-2×昌7-2	-1.32	12.12	-4.11	6.69	177.6	BRC-6×郑58	-4.51	-15.18	-4.00	-23.69	127.0
BRC-2×DH34	-1.32	22.68	-1.53	19.83	199.5	BRC-6×丹988	-4.51	10.85	4.64	10.98	184.7
BRC-2×Mo17	-1.32	-30.47	2.51	-29.28	117.7	BRC-10×昌7-2	-3.83	12.12	5.83	14.12	190.0
BRC-2×郑58	-1.32	-15.18	2.20	-14.30	142.7	BRC-10×DH34	-3.83	22.68	-0.62	18.23	196.8
BRC-2×丹988	-1.32	10.85	0.93	10.45	183.9	BRC-10×Mo17	-3.83	-30.47	1.65	-32.65	112.1
BRC-5×昌7-2	1.18	12.12	-5.59	7.71	179.3	BRC-10×郑58	-3.83	-15.18	1.05	-17.95	136.6
BRC-5×DH34	1.18	22.68	3.92	27.78	212.7	BRC-10×丹988	-3.83	10.85	-7.91	-0.89	165.0
BRC-5×Mo17	1.18	-30.47	6.96	-22.34	129.3						

如表5所示,单株产量总配合力为正值的组合有14个,分别为BRC-5×DH34>BRC-1×DH34>BRC-1×丹988>BRC-6×DH34>BRC-1×昌7-2>BRC-2×DH34>BRC-10×DH34>BRC-10×昌7-2>BRC-6×昌7-2>BRC-6×丹988>BRC-2×丹988>BRC-5×丹988>BRC-5×昌7-2>BRC-2×昌7-2。单株产量总配合力排名最后5名的组合为BRC-6×Mo17、BRC-10×Mo17、BRC-2×Mo17、BRC-1×

Mo17、BRC-6×郑58。F₁代单株产量与其配合力总效应呈极显著正相关($R^2=0.999\ 999$),产量配合力总效应大小顺序与产量结果高低的排列基本一致,各组合单株产量总配合力效应与田间实际单株产量表现是吻合的,说明杂交组合各性状的总配合力效应与其实际的表现具有一定相关性,能够反映出杂交组合的优劣。杂交组合的总配合力值越高,其亲本间的杂种优势越高,田间表现就越突出。单株产量

特殊配合力最高的组合 BRC-5×Mo17,其产量排名在第 12 位,单株产量特殊配合力效应为-6.73 的组合 BRC-1×DH34,SCA 效应排名为第 23 名,其产量排名在第 2 位;组合 BRC-2×Mo17,双亲 GCA 效应均为负值,杂交组合的 SCA 效应为正值,排名第 9 位,而其产量排名却为第 23 名,说明特殊配合力高的组合,不一定产量突出,高产组合中产量特殊配合力并非都高。从亲本组成上来看,双亲中最少要有一个或两个亲本的一般配合力较高,组配出高产组合的可能性才大。

2.5 单株产量的平均杂种优势分析

以 25 个参试杂交组合的单株产量平均值为基数,计算各组合的平均杂种优势(表 6),结果显示,单株产量平均杂种优势为正值的有 14 个,BRC-5×DH34>BRC-1×DH34>BRC-1×丹 988>BRC-6×DH34>BRC-1×昌 7-2>BRC-2×DH34>BRC-10×DH34>BRC-10×昌 7-2>BRC-6×昌 7-2>BRC-6×丹 988>BRC-2×丹 988>BRC-5×丹 988>BRC-5×

昌 7-2>BRC-2×昌 7-2;单株产量平均杂种优势为负值的有 11 个。本试验中,BRC 选系与昌 7-2、DH34 组配的组合平均杂种优势值均为正值,5 个 BRC 选系与丹 988 组配的组合平均杂种优势有 4 个为正值,由此可知,欧洲玉米早熟种质 BRC 选系与旅大红骨、塘四平头、PN78599 类群的玉米自交系较易组配出强优势杂交组合,与 Lancaster 和 Reid 类群的玉米自交系很难组配出高产组合。本试验杂种优势表现最为突出的组合为 BRC-5×DH34、BRC-1×DH34、BRC-1×丹 988、BRC-6×DH34、BRC-1×昌 7-2,这 5 个组合的母本自交系中 BRC-1 单株产量一般配合力表现为较高的正值,BRC-5 单株产量一般配合力也为正值,BRC-5 与 DH34 杂交可获得强优势杂交组合,BRC-1 与 DH34、丹 988 和昌 7-2 可组配出强优势组合;虽然自交系 BRC-6 的单株产量 GCA 效应为负值,但由于 BRC-6 与高配合力自交系 DH34 有较高的特殊配合力,组合 BRC-6×DH34 有较高的总配合力效应,表现出较高的产量杂种优势。

表 6 杂交组合单株产量的平均杂种优势
Table 6 Average heterosis of yield per plant of the combinations

自交系 Inbred line	昌 7-2 Chang 7-2	DH34	Mo17	郑 58 Zheng 58	丹 988 Dan 988
BRC-1	21.02	24.44	-24.05	-3.26	24.27
BRC-2	6.69	19.83	-29.28	-14.29	10.45
BRC-5	7.70	27.78	-22.34	-16.68	9.42
BRC-6	11.07	23.14	-44.04	-23.68	10.97
BRC-10	14.13	18.23	-32.65	-17.96	-0.89

3 结论与讨论

3.1 欧洲玉米种质 BRC 选系的配合力分析

对 BRC 选系的一般配合力分析表明,自交系 BRC-1 单株产量等综合性状的 GCA 效应表现较好,用自交系 BRC-1 较易组配出株型好、果穗粗、穗行数多、行粒数多的高产玉米杂交种;用自交系 BRC-5 易组配出株高和穗位较高、果穗长、行粒数多、百粒重大的玉米杂交种;用 BRC-10 在提高行粒数和百粒重方面是可以利用的。结合单株产量等 8 个农艺性状的特殊配合力效应表现,组合 BRC-5×Mo17、BRC-6×DH34、BRC-1×丹 988 是特殊配合力表现优良的组合。单株产量总配合力效应表现突出的组合有 BRC-5×DH34、BRC-1×DH34、BRC-1×丹 988、BRC-6×DH34、BRC-1×昌 7-2,产量配合力总效应大小顺序与产量结果高低的排列基本一致,各组合

单株产量总配合力效应与田间实际单株产量表现是吻合的。本试验表明,特殊配合力高的组合不一定产量突出,高产组合中产量特殊配合力并非都高,高产组合的双亲中至少要有一个亲本的一般配合力较高;在一般配合力高的基础上,再筛选高特殊配合力值,容易获得优良的杂交组合。

3.2 欧洲玉米种质 BRC 选系的杂种优势表现及利用价值探讨

玉米种质的引进、利用与改良是玉米育种不可缺少的重要环节,是玉米育种成败的关键^[3]。欧洲有 500 年左右的玉米栽培历史,已经形成了具有欧洲特点的玉米种质。欧洲种质在提高玉米耐密性和抗倒性方面具有潜在的利用价值。马延华等^[4]研究认为,欧洲种质选系与塘四平头类群种质之间具有较强的杂种优势。霍仕平等^[5]对南斯拉夫种质 BC8241Ht 进行了一系列改良选择,对提高自交系的

配合力和杂交后代表现效果明显。

本试验中欧洲玉米种质BRC选系与分属于5个杂种优势群的测验种的杂交组合,产量杂种优势表现最突出的组合有BRC-5×DH34、BRC-1×DH34、BRC-1×丹988、BRC-6×DH34和BRC-1×昌7-2,杂交组合的杂种优势表现与总配合力分析结果及田间实际表现基本一致。BRC选系与昌7-2、DH34和丹988组配的组合表现较好,杂种优势值较高,BRC选系与Mo17和郑58组配的组合产量杂种优势值均为负值,由此可知,欧洲玉米早熟种质BRC选系与旅大红骨、塘四平头、PN78599类群的玉米自交系较易组配出强优势杂交组合,与Lancaster和Reid类群的玉米自交系很难组配出高产组合。

因此,利用欧洲玉米种质特别是BRC选系可有针对性地改良Lancaster和Reid类群的玉米种质,选育早熟、耐密玉米自交系;利用BRC种质选系或BRC改良自交系可与旅大红骨、塘四平头、PN78599类群的玉米自交系杂交选育强优势玉米杂交种。

参考文献:

- [1] 王振华,赵英男,孙广全,等.加拿大玉米群体与我国主要玉米种质杂种优势关系分析[J].玉米科学,2011,19(3):47-50,55.
- [2] 曹桂萍,张文龙,王爱琴,等.15个玉米自交系主要数量性状配合力分析[J].山地农业生物学报,2005,24(1):5-11.
Cao G P, Zhang W L, Wang A Q, et al. Analysis of combining ability for mainly quantitative characters of 15 maize inbred lines[J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2005, 24(1): 5-11. (in Chinese)
- [3] 晏庆九,霍仕平,许明陆,等.欧洲玉米种质BC8241Ht的利用与改良[J].玉米科学,2004,12(1):36-39.
Yan Q J, Huo S P, Xu M L, et al. Utilization and improvement of the European maize germplasm BC8241Ht[J]. Journal of Maize Sciences, 2004, 12(1): 36-39. (in Chinese)
- [4] 马延华,孙德全,李绥艳,等.20份玉米种质选系的利用潜力分析[J].玉米科学,2014,22(5):1-5.
Ma Y H, Sun D Q, Li S Y, et al. Analysis on the utilization potentiality of 20 maize germplasm selected lines[J]. Journal of Maize Sciences, 2014, 22(5): 1-5. (in Chinese)
- [5] 霍仕平,晏庆九,张兴端,等.南斯拉夫玉米种质BC8241Ht的改良效果评价[J].玉米科学,2006,14(2):1-3.
Huo S P, Yan Q J, Zhang X R, et al. Evaluation on improved effect of Yugoslavia maize germplasm BC8241Ht[J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(2): 1-3. (in Chinese)

(责任编辑:李万良)