

12 份美国玉米自交系配合力评价

冯志前, 王博新, 徐淑兔, 郝引川, 张兴华, 薛吉全

(西北农林科技大学农学院/农业农村部西北旱区玉米生物学与遗传育种重点实验室/

陕西省玉米工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 以 12 份引进美国解禁玉米自交系为供试材料, 4 份课题组骨干玉米自交系(KA105、KA064、KB043 和 KB204)为测验种, 采用 NC-II 遗传交配设计, 进行配合力测定与分析。结果表明, 测验种 KA105 和 KA064 产量一般配合力(GCA)效应表现优良, 供试美国玉米自交系中 PHPR5、MBST、LH213、2FACC、LH212Ht、LH209 和 PHR47 产量 GCA 效应表现优良。杂交组合 PHPR5×KA105、LH213×KA105、PHH93×KA105、2FACC×KA064、LH212Ht×KA105、PHPR5×KB204 产量的超标优势较强, 可进一步试验。

关键词: 玉米; 自交系; 产量; 配合力; 超标优势

中图分类号: S513.035.1

文献标识码: A

Evaluation of the Combining Ability on 12 American Maize Inbred Lines

FENG Zhi-qian, WANG Bo-xin, XU Shu-tu, HAO Yin-chuan, ZHANG Xing-hua, XUE Ji-quan

(College of Agronomy, Northwest A&F University, Key Laboratory of Maize Biology and Genetic Breeding,

Northwest Arid Region, Ministry of Agriculture and Rural Sciences/

Shaanxi Corn Engineering Technology Research Center, Yangling 712100, China)

Abstract: In this study, twelve declassified American maize inbred lines were used as test materials, and four research group core maize inbred lines(KA105, KA064, KB043 and KB204) were used as test species, using NC-II Genetic mating design for combining ability test and analysis. The results showed that the general combining abilities(GCA) of KA105 and KA064 were excellent, and the yield GCA effects of PHPR5, MBST, LH213, 2FACC, LH212Ht, LH209 and PHR47 in the US maize inbred lines were excellent. The hybrid combinations PHPR5×KA105, LH213×KA105, PHH93×KA105, 2FACC×KA064, LH212Ht×KA105, and PHPR5×KB204 had strong over-stand heterosis and could be further tested.

Key words: Maize; Inbred line; Yield; Combining ability; Over-stand heterosis

种质资源是育种工作的物质基础。我国玉米种质资源遗传基础狭窄, 限制了国内种业发展^[1-2]。近年来, 我国玉米全程机械化需求日益增加, 这就要求调整育种方向, 选育适宜机械化收获的玉米新品种^[3-7]。但是, 宜机收种质的匮乏, 成为限制我国玉米育种发展的瓶颈。研究表明, 美国玉米种质具有

穗位低、早熟、脱水快、经济系数高等特点, 其遗传贡献率每增加 1%, 我国玉米单产将提高 0.2% 或者 10 kg/hm²^[8-10]。因此, 引进、吸收和消化美国种质是拓宽我国玉米遗传多样性的有效途径。配合力是评价玉米自交系的重要指标, 长期以来, 许多育种和遗传学家对玉米主要农艺、经济性状的配合力表现进行了大量的研究。配合力研究在玉米育种中取得的显著成效, 为玉米育种中优质自交系的评价及优质杂交组合的选配提供了理论指导^[11-14]。前人研究结果表明, 生育期、抽丝期、株高、穗位高、倒伏率、空秆率、茎秆节间穿刺强度、收获时含水量可作为玉米宜机收特性的评价指标^[15-17]。因此, 本研究以 12 份解禁美国玉米自交系和本课题组陕 A 群、陕 B 群两个骨干玉米自交系为材料, 从产量性状和宜机收相关性状方面, 进行配合力评价和超标优势分析, 明确

录用日期: 2019-04-23

基金项目: 国家玉米产业技术体系-关中玉米综合试验站项目(CARS-02-64)、优异种质资源与育种关键技术创新(2017ZDCXL-NY-02-04)

作者简介: 冯志前(1994-), 甘肃景泰人, 硕士, 主要从事玉米遗传育种研究。Tel: 18292023619

E-mail: 18292023619@163.com

薛吉全为本文通讯作者。E-mail: xjq2934@163.com

其在陕西地区的配合力表现,以期在陕西地区充分利用美国种质,为选育适宜陕西地区的宜机收品种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

2012年国家玉米产业技术体系引进160份美国解禁玉米自交系。经试验筛选,课题组筛选了12份美国玉米自交系2FACC、LH212Ht、LH213、PHJ89、LH209、PHPR5、PHW17、PHK76、PHT77、MBST、PHR47和PHH93。采用NC-II遗传交配设计,以课题组骨干自交系KA105、KA064、KB043和KB204为测验种,2015年冬季在海南三亚育种基地配制48个组合。

1.2 试验设计

试验于2016年在陕西定边(37°58'N,107°60'E)和杨凌(34°4'N,108°7'E)玉米试验基地进行。采用随机区组设计,以郑单958为对照品种,小区行长5 m,行距60 cm,小区面积6 m²,2行区,3次重复,密度为67 500株/hm²。每穴播种2粒,待出苗后保留1株。田间管理同一般大田生产。

1.3 测定指标与方法

记录出苗期、抽雄期、吐丝期等生育期。在玉米成熟期调查小区的株高、穗位高、倒伏数、空秆数,用茎秆强度仪(YXD-1型)测定地上第3茎节茎秆穿刺

强度。玉米收获期调查小区实有株数,实收全区产量测产,收获时随机取5穗,剥取300 g子粒,然后用PM-8188测定玉米子粒收获时含水量,按照标准含水量14%计算产量。

1.4 数据统计分析

根据Griffing^[18]方法Ⅳ的固定模型进行一般配合力(GCA)、特殊配合力效应值(SCA)的估算。方差分析、配合力的估算用Genstat 19.0数据处理软件(北京维斯恩思有限责任公司)来完成。根据公式 $t_{ij}=g_i+g_j+s_{ij}$ 计算总配合力(Total Combining Ability)。超标优势 $=(F_1-CK)/CK\times100\%$,其中, F_1 为杂交组合产量; CK 为对照的产量^[19]。

2 结果与分析

2.1 产量性状及宜机收相关性状基本统计量分析

对定边和杨凌两点的4个产量相关性状产量、单穗重、百粒重和出籽率进行基本统计分析,结果表明,由于生态差异,不同地点的同一产量相关性状的极值、平均值、标准差、变异系数均存在较大差异。除出籽率外,定边基地的产量性状总体表现优于杨凌。定边的产量变幅为7.01~17.23 t/hm²,杨凌为5.61~12.22 t/hm²;定边的单穗重变幅为95~233 g,杨凌为71~186 g;定边的百粒重变幅为21.30~39.17 g,杨凌为20.30~36.47 g;定边的出籽率变幅为80.75%~89.01%,杨凌为82.79%~95.27%(表1)。

表1 产量相关性状的基本统计量
Table 1 Basic statistics of yield related traits

项 目 Item	产量(t/hm ²) Yield		单穗重(g) Yield per plant		百粒重(g) 100-kernel weight		出籽率(%) Shelling percentage	
地 点	定边	杨凌	定边	杨凌	定边	杨凌	定边	杨凌
最大值	17.23	12.22	233.00	186.00	39.17	36.47	89.01	95.27
最小值	7.01	5.61	95.00	71.00	21.30	20.30	80.75	82.79
标准差	1.91	1.46	28.71	22.05	4.31	4.07	1.60	2.37
平均值	11.98	8.65	166.20	121.10	29.94	28.27	85.90	88.12
变异系数	15.96	16.92	17.28	18.21	14.38	14.40	1.86	2.69

对定边和杨凌两点的宜机收相关性状进行基本统计量分析,结果表明,抽丝期在两个地点的差异显著,由于定边基地为春播,杨凌为夏播,导致定边整体抽丝期(变幅83~93 d)要远长于杨凌点(变幅44~54 d)。株高在两个地点差异不显著(定边变幅为202.4~294.2 cm,杨凌变幅为207.8~283.1 cm),说明株高受环境影响较小。穗位高、倒伏率、空秆率、茎秆穿刺强度、收获时含水量在两个地点差异显著,

定边总体优于杨凌,定边的穗位高变幅为66.4~109.5 cm,杨凌为70.4~117.5 cm;定边的倒伏率变幅为0~4.26%,杨凌为0~81.13%;定边的空秆率变幅为0~13.33%,杨凌为0~25%;定边的茎秆穿刺强度为33.98~72.82,杨凌为39.24~71.00;定边的收获时含水量变幅为15.70%~29.75%,杨凌为23.10%~32.30%(表2)。

表2 宜机收相关性状的基本统计量

Table 2 The basic statistics of mechanical harvesting related traits

项 目	地点	最大值	最小值	标准差	平均值	变异系数
Item	Location	Max	Min	SE	Mean	CV
抽丝期(d)	定边	93.00	83.00	1.85	87.43	2.11
	杨凌	54.00	44.00	2.52	47.25	5.33
株高(cm)	定边	294.20	202.40	15.61	247.7	6.30
	杨凌	283.10	207.80	16.32	248.6	6.57
穗位高(cm)	定边	109.50	66.40	10.02	85.94	11.66
	杨凌	117.50	70.40	12.98	94.85	13.68
倒伏率(%)	定边	4.26	0.00	0.65	0.17	379.50
	杨凌	81.13	0.00	19.15	16.55	115.80
空秆率(%)	定边	13.33	0.00	3.05	3.30	92.17
	杨凌	25.00	0.00	6.15	4.77	129.00
茎秆穿刺强度	定边	72.82	33.98	6.24	57.30	10.90
	杨凌	71.00	39.24	7.35	54.41	13.51
收获时含水量(%)	定边	29.75	15.70	3.33	23.63	14.10
	杨凌	32.30	23.10	2.20	28.28	7.77

2.2 联合方差分析

表3 美国玉米自交系产量性状的联合方差分析

Table 3 Combined variance analysis of yield characters among American maize inbred lines

变异来源	自由度	产 量	单穗重	百粒重	出籽率
Source of variation	df	Yield	Yield per plant	100-kernel weight	Shelling percentage
地 点	1	530.11**	97 560.33**	134.84**	235.43**
测验种	3	34.95**	5 940.91**	107.31**	18.51**
被测系	11	9.05**	3 175.45**	90.30**	22.32**
被测系×测验种	33	4.37**	895.36**	30.11**	4.40**
测验种×地点	3	3.59**	2 190.47**	19.38**	15.39**
被测系×地点	11	4.19**	427.36**	25.38**	9.32**
被测系×测验种×地点	33	3.64**	715.07**	15.77**	4.24**

注：*、**分别表示0.05和0.01显著水平。下表同。

Note: * and ** indicated significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. The same below.

表4 美国玉米自交系宜机收相关性状的联合方差分析

Table 4 Combined variance analysis of mechanical harvesting related traits among American maize inbred lines

变异来源	自由度	抽丝期	株 高	穗位高	倒伏率	空秆率	茎秆穿刺强度	收获时含水量
Source of variation	df	Silking	Plant	Ear	Stalk lodging	Sterile	Rind penetration	Water content
		stage	height	height	rate	plant rate	strength	at harvesting
地 点	1	77 481.51**	39.69	3 812.77**	12 871.18**	102.42**	400.32**	1 038.81**
测验种	3	9.55**	1 364.17**	598.42**	971.02**	13.72*	18.48	15.35**
被测系	11	12.40**	917.54**	367.71**	532.79**	45.05**	207.92**	14.84**
被测系×测验种	33	5.85**	258.55**	192.84**	263.80**	50.16**	46.45**	12.36**
测验种×地点	3	5.44**	705.50**	656.04**	961.04**	32.47**	48.83**	6.37**
被测系×地点	11	19.36**	1 036.90**	377.98**	521.46**	26.67**	86.30**	32.26**
被测系×测验种×地点	33	5.92**	239.02**	176.03**	265.35**	45.32**	72.61**	11.97**

表3联合方差分析显示,产量、单穗重、百粒重和出籽率的均方在地点间达极显著水平,其测验种和被测系一般配合力方差(GCA)、特殊配合力方差(SCA)、测验种×地点、被测系×地点、测验种×被测系×地点互作均方均达极显著水平。产量相关性状一般配合力方差大于特殊配合力方差,说明产量相关性状主要受加性遗传效应控制。由表4可知,除了株高的地点间均方差异不显著,其他宜机收相关性状的均方在地点间均达极显著水平。宜机收相关性状的测验种和被测系一般配合力方差、特殊配合力方差、测验种×地点、被测系×地点、测验种×被测系×地点互作均方均达极显著水平,茎秆穿刺强度的测验种一般配合力方差不显著。除空秆率以外,其他宜机收相关性状的一般配合力方差均大于特殊配合力方差,说明这些宜机收相关性状主要受加性基因效应控制,而空秆率的一般配合力方差小于特殊配合力方差,说明空秆率主要受非加性基因效应决定,是不能稳定遗传的。

2.3 产量性状和宜机收相关性状一般配合力效应分析

一般配合力是由基因的加性遗传效应决定的,能够稳定遗传给子代。通过对12份美国玉米自交系的产量性状及其他农艺性状的配合力分析表明,产量GCA效应值正向显著的有PHPR5、MBST和LH213,效应值分别为1.22、0.97和0.81,利用以上自交系可能组配出产量表现优良的杂交组合。单穗重

和百粒重GCA效应值为正且显著的玉米自交系有LH213、PHPR5和MBST,利用以上自交系可以组配出单穗重和百粒重较高的杂交组合。出籽率GCA效应值为正且显著的玉米自交系有PHJ89、MBST、PHW17、PHH93和PHT77,利用以上玉米自交系可能组配出出籽率较高的杂交组合。抽丝期GCA效应值为负且显著的玉米自交系有PHW17、PHJ89和PHK76,利用以上玉米自交系可能缩短其所组配出杂交组合的生育期。株高GCA效应值负向且显著的玉米自交系有PHH93、PHW17、PHR47和LH209,利用以上玉米自交系可能降低其所组配杂交组合的株高。穗位高GCA效应值负向且显著的玉米自交系有PHR47、PHJ89、PHH93和PHK76,利用以上玉米自交系可能降低其所组配出杂交组合的穗位高。倒伏率GCA效应值负向且显著的玉米自交系有PHJ89、PHR47、PHW17和2FACC,利用以上玉米自交系可能降低其所组配出杂交组合的倒伏率。空秆率GCA效应值负向且显著的玉米自交系有PHJ89、2FACC、PHK76和PHW17,利用以上玉米自交系可能降低其所组配出杂交组合的空秆率。茎秆穿刺强度GCA效应值正向且显著的玉米自交系有PHT77、PHR47,利用这两份玉米自交系可能组配出抗倒伏性较好的杂交组合。收获时含水量GCA效应值负向显著的玉米自交系有2FACC、LH209、PHJ89和PHR47,利用以上玉米自交系可能降低其所组配杂交组合的收获时含水量(表5)。

表5 美国玉米自交系产量性状和宜机收相关性状一般配合力效应值
Table 5 GCA effects for yield related traits and mechanical harvesting related traits among American maize inbred lines

被测系 Inbred line	产量 Yield	单穗重 Yield per plant	百粒重 100-kernel weight	出籽率 Shelling percentage	抽丝期 Silking stage	株高 Plant height	穗位高 Ear height	倒伏率 Stalk lodging rate	空秆率 Sterile plant rate	茎秆穿刺 强度 Rind penetration strength	收获时 含水量 Water content at harvesting
2FACC	0.33	6.36*	-0.37	-0.73**	-0.40	-1.61	6.15**	-4.05**	-1.69*	-8.02**	-1.39**
LH212Ht	0.08	5.24	2.46**	-1.65**	1.35**	-4.00	8.09**	0.07	1.83*	-3.31*	0.52
LH213	0.81**	22.55**	1.15*	-1.83**	1.41**	7.69**	2.92*	2.54**	1.55*	2.04	-0.23
PHJ89	-0.82**	-18.01**	-3.36**	1.65**	-1.03**	3.96	-6.38**	-7.18**	-1.90**	1.10	-1.10**
LH209	0.03	1.93	1.59**	-0.71**	0.16	-6.09*	-1.57	4.75**	-0.11	2.16	-1.22**
PHPR5	1.22**	16.8**	2.96**	-0.12	-0.28	5.12*	-0.06	13.38**	-1.15	-0.87	0.95*
PHW17	-1.26**	-22.39**	-4.05**	1.13**	-1.03	-9.31**	2.10	-4.71**	-1.48*	-3.06*	-0.25
PHK76	-0.70**	-11.32**	0.37	-0.22	-0.96*	8.72**	-2.71*	4.16**	-1.60*	-0.54	0.99*
PHT77	-0.20	-3.26	-3.28**	0.98**	0.60	12.97**	2.44	-2.51**	1.42	4.46**	1.18**
MBST	0.97**	14.24**	1.85**	1.25**	0.72	-1.02	1.44	2.03**	2.42**	2.58	0.45
PHR47	0.01	0.24	1.07*	-0.78**	0.16	-6.35**	-6.91**	-5.77**	1.87*	4.45**	-0.87*
PHH93	-0.47*	-12.39**	-0.39	1.03**	-0.71	-10.08**	-5.51**	-2.70**	-1.16	-0.99	0.99*
LSD _{0.05}	0.36	5.669	0.92	0.42	0.86	4.74	2.70	0.36	1.43	2.67	0.78
LSD _{0.01}	0.48	7.505	1.22	0.56	1.14	6.27	3.57	0.48	1.89	3.53	1.04

2.4 测验种产量性状及宜机收相关性状一般配合力效应分析

对4个测交种进行一般配合力分析可知,KA105的产量、单穗重、百粒重GCA效应均为正值且显著,利用KA105可以组配出产量、单穗重、百粒重较高的杂交组合。KA105的倒伏率GCA效应为负且显著,利用KA105可以组配出抗倒伏性较强的杂交组合。KB043的抽丝期、株高、穗位高、倒伏率

GCA效应均为负值且显著,利用KB043可以组配出抽丝期期短,株高、穗位高低,抗倒伏性强的杂交组合。KA064和KB204的穗位高和倒伏率的GCA效应负向显著,利用他们可以组配出穗位低、抗倒伏性强的杂交组合。KA064的单穗重和百粒重GCA效应正向显著,利用KA064可以组配出单穗重和百粒重较高的杂交组合(表6)。

表6 测验种产量性状及其他农艺性状一般配合力效应值
Table 6 GCA effects for yield related traits and mechanical harvesting related traits among testers

测验种	产量	单穗重	百粒重	出籽率	收获时含水量	抽丝期	株高	穗位高	倒伏率	空秆率	茎秆穿刺强度
Tester	Yield	Yield per plant	100-kernel weight	Shelling percentage	Water content at harvesting	Silking stage	Plant height	Ear height	Stalk lodging rate	Sterile plant rate	Rind penetration strength
KA105	1.00**	11.01**	1.63**	-0.75**	-0.03	-0.13	6.29**	2.35**	-3.13**	-0.17	0.82
KB043	-1.07**	-15.03**	-1.88**	0.16	-0.27	-0.57*	-6.72**	-2.78**	-1.30**	-0.64	0.12
KA064	0.18	4.84**	0.61*	-0.16	0.80**	0.27	-0.30	-3.26**	-2.23**	0.62	-0.36
KB204	-0.1	-0.82	-0.36	0.74**	-0.50*	0.43	0.73	3.68**	6.65**	0.20	-0.59
LSD _{0.05}	0.21	3.273	0.53	0.24	0.45	0.50	2.73	1.56	0.21	0.83	1.54
LSD _{0.01}	0.28	4.333	0.7	0.32	0.60	0.66	3.62	2.06	0.28	1.09	2.04

2.5 不同地点下玉米自交系产量GCA变化

同一基因型在不同环境下产生的一系列表型被称为反应规范^[20]。由图1可知,不同地点下玉米自交系产量GCA变化较大,说明不同玉米自交的反应规范不同。测验种KA105、KB043、KB043和KB204在两个地点下产量一般配合力反应规范一致,说明这4份玉米自交系基因型与环境互作效应较小,具有较好的生态适应性。美国解禁玉米自交系

PHJ89、PHPR5、PHW17、PHK76、MBST和PHH93在两个地点下产量一般配合力反应规范一致,说明以上玉米自交系产量一般配合力与环境互作效应较小,具有较好的生态适应性。2FACC、LH212Ht、LH213、LH209、PHT77和PHR47在两个地点下产量GCA变化不一致,说明以上自交系玉米自交系产量一般配合力与环境互作效应较大。

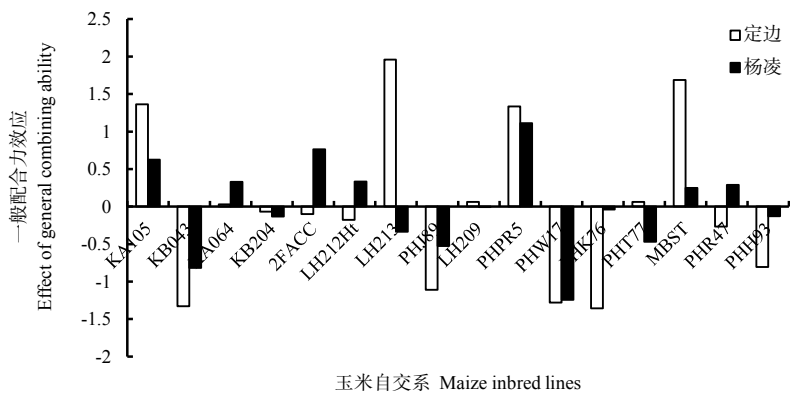


图1 不同地点下玉米自交系产量GCA变化
Fig.1 Change of yield GCA in different locations

2.6 产量总配合力和超标优势分析

以郑单958为对照,开展超标优势分析,结果表明,产量位于前10位和后10位杂交组合的产量TCA

变幅为-3.38~2.48,20个杂交组合中TCA效应值的排名与超标优势排名相同,TCA效应值越大的,超标优势也越大;反之,TCA效应值越小的,超标优势

也越小。表7中超标优势均为两点的均值,杂交组合中产量性状超标优势变幅为-45.47%~8.40%,超标优势为正值的有6个杂交组合,分别为PHPR5×KA105、LH213×KA105、PHH93×KA105、2FACC×

KA064、LH212Ht×KA105和PHPR5×KB204,其超标优势分别为8.40%、5.07%、4.63%、3.64%、3.13%和1.18%。

表7 产量总配合力效应值和超标优势分析
Table 7 Total yield combining effect value and comparative advantage analysis

杂交组合 Combination	被测系 GCA 效应值 GCA effect value of inbred line	测验种 GCA 效应值 GCA effect value of tester	SCA 效应值 SCA effect value	TCA 效应值 TCA effect value	超标优势(%) Over-stand heterosis	排 名 Rank
PHPR5×KA105	1.22	1.00	0.26	2.48	8.40	1
LH213×KA105	0.81	1.00	0.28	2.08	5.07	2
PHH93×HN1055	-0.47	1.00	1.50	2.03	4.63	3
2FACC×KA064	0.33	0.18	1.40	1.91	3.64	4
LH212Ht×KA105	0.08	1.00	0.78	1.85	3.13	5
PHPR5×KB204	1.22	-0.10	0.50	1.63	1.18	6
PHPR5×KA064	1.22	0.18	-0.05	1.36	-1.08	7
2FACC×KB204	0.33	-0.10	1.03	1.26	-1.92	8
MBST×KA064	0.97	0.18	0.06	1.21	-2.33	9
MBST×KA105	0.97	1.00	-0.77	1.19	-2.48	10
PHT77×KA064	-0.20	0.18	-0.88	-0.91	-20.26	39
LH209×KA064	0.03	0.18	-1.27	-1.06	-21.56	40
PHK76×KB043	-0.70	-1.07	0.69	-1.08	-21.77	41
PHJ89×KB043	-0.82	-1.07	0.74	-1.15	-22.37	42
PHJ89×KB204	-0.82	-0.10	-0.37	-1.29	-23.49	43
LH212Ht×KB043	0.08	-1.07	-0.85	-1.85	-28.26	44
PHW17×KB204	-1.26	-0.10	-0.65	-2.01	-29.61	45
2FACC×KB043	0.33	-1.07	-1.94	-2.68	-35.33	46
PHH93×KB043	-0.47	-1.07	-1.79	-3.33	-40.82	47
PHW17×KB043	-1.26	-1.07	-1.55	-3.88	-45.47	48

3 结论与讨论

从本试验结果来看,供试美国玉米自交系中PHPR5、MBST、LH213、2FACC、LH212Ht、LH209和PHR47产量GCA效应表现优良。供试美国玉米自交系中产量、单穗重、百粒重和出籽率GCA较高的有PHPR5、MBST、LH213。梁晓玲等^[21]研究表明,LH213具有强耐旱性。经后续试验研究,LH213表现优异,其所组配的杂交种陕单651(LH213×8147)和陕单668(YLB-6×LH213)表现良好,陕单651参试2018年陕西省春播区试,陕单668第二年参试陕西省区试并同时进行生产试验。在不同环境下,PHPR5、MBST一般配合力反应规范一致,表明这两份自交系基因型与环境互作较小,适应性较好。供试美国玉米自交系中收获时含水量GCA较低的有2FACC、LH209、PHJ89和PHR47,表明以上材料用于选育收获时含水量较低品种的潜力较大。供试美

国玉米自交系中抽丝期GCA较低的有PHW17、PHJ89和PHK76,表明利用这3份材料用于选育早熟品种的潜力较大。陈淑萍等^[22]表明,PHW17产量GCA表现较好。石运强^[23]等研究表明,PHJ89耐密性较好、中抗玉米丝黑穗病、大斑病且无其他不良性状。

测验种KA105的产量、单穗重、百粒重GCA效应均为正值且显著,收获时含水量、抽丝期均为负值。KB043的抽丝期、株高、穗位高、倒伏率GCA效应均为负值且显著。不同环境下配合力变化表明,KA105和KB043一般配合力反应规范一致,说明这两份自交系基因型与环境互作效应较小,适应性较强。杂交组合PHPR5×KA105、LH213×KA105、PHH93×KA105、2FACC×KA064、LH212Ht×KA105和PHPR5×KB204的产量超标优势较强,其中4个超标优势较强的组合亲本为KA105,进一步说明KA105作为亲本组配优良组合。陈广周等^[24]研究得出,

KA105、KB043等玉米自交系的子粒脱水速率快、产量较高。师亚琴等^[25]对陕A群、陕B群选育的33份玉米自交系经抗旱性鉴定筛选后得出,KA105等6份玉米自交系具有穗位叶SPAD高、茎秆强度大和子粒产量高、抗旱指数高和抗旱能力强的特点。本课题组以KB043为亲本,培育出陕西省首个适宜机械化籽粒收获的玉米新品种陕单636(KA103×KB043);以KA105为亲本,培育出陕单650(KA105×KB024)、陕单620(KA105×KB074)等省审玉米新品种。因此KA105和KB043具有培育宜机收新品种的潜力。

参考文献:

- [1] 张世煌. 玉米种质创新和商业育种策略[J]. 玉米科学, 2006, 14(4): 1-3.
Zhang S H. Maize germplasm innovation and commercial breeding strategy[J]. Journal of Maize Sciences, 2006, 14(4): 1-3. (in Chinese)
- [2] 张世煌, 徐伟平, 李明顺, 等. 玉米育种面临的机遇和挑战[J]. 玉米科学, 2008, 16(6): 1-5.
Zhang S H, Xu W P, Li M S, et al. Opportunities and challenges faced by maize breeding[J]. Journal of Maize Sciences, 2008, 16(6): 1-5. (in Chinese)
- [3] 李少昆, 王克如, 谢瑞芝, 等. 机械粒收推动玉米生产方式转型[J]. 中国农业科学, 2018, 51(10): 1842-1844.
Li S K, Wang K R, Xie R Z, et al. Grain mechanical harvesting technology promotes the transformation of maize production mode[J]. Scientia Adricultura Sinica, 2018, 51(10): 1842-1844. (in Chinese)
- [4] 李少昆, 王克如, 谢瑞芝, 等. 实施密植高产机械化生产实现玉米高产高效协同[J]. 作物杂志, 2016(4): 1-6.
Li S K, Wang K R, Xie R Z, et al. Implementation of high-yield mechanized production with close planting to achieve high yield and high efficiency of maize[J]. Crops, 2016(4): 1-6. (in Chinese)
- [5] Yang L, Cui T, Qu Z, et al. Development and application of mechanized maize harvesters[J]. International Journal of Agricultural & Biological Engineering, 2016, 9(3): 15-28.
- [6] 李少昆, 王崇桃. 玉米生产技术创新·扩散[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [7] 陈得义, 景希强, 王孝杰, 等. 耐密宜机收玉米品种选育探讨[J]. 作物杂志, 2014(2): 13-15.
Chen D Y, Jing X Q, Wang X J, et al. Discussion on the breeding for mechanical harvesting and density tolerant maize hybrids[J]. Crops, 2014(2): 13-15. (in Chinese)
- [8] 雍洪军, 王建军, 张德贵, 等. 美洲地区主要玉米群体特征及其利用途径分析[J]. 遗传, 2013, 35(6): 703-713.
Yong H J, Wang J J, Zhang D G, et al. Characterization and potential utilization of maize populations in America region[J]. Hereditas, 2013, 35(6): 703-713. (in Chinese)
- [9] 赵文媛, 刘旭, 王德新. 应用美国玉米种质的经验和教训[J]. 中国种业, 2011(10): 50-52.
Zhao W Y, Liu X, Wang D X, et al. Experience and lessons of applying American corn germplasm[J]. Journal of Chinese Seed Industry, 2011(10): 50-52. (in Chinese)
- [10] 李海明, 胡瑞法, 张世煌. 外来种质对中国玉米生产的遗传贡献[J]. 中国农业科学, 2005, 38(11): 2189-2197.
Li H M, Hu R F, Zhang S H, et al. The impacts of US and CGIAR's germplasm on maize production in China[J]. Scientia Adricultura Sinica, 2005, 38(11): 2189-2197. (in Chinese)
- [11] 黄开健, 杨华铨, 吴永升, 等. 12个玉米自交系主要农艺性状的配合力分析[J]. 玉米科学, 2002, 10(3): 43-45.
Huang K J, Yang H S, Wu Y S, et al. Analysis on combining ability of major characters in 12 maize inbred lines[J]. Journal of Maize Sciences, 2002, 10(3): 43-45. (in Chinese)
- [12] 杨爱国, 张世煌, 李明顺, 等. CIMMYT和我国玉米种质群体的配合力及杂种优势分析[J]. 作物学报, 2006, 32(9): 1329-1337.
Yang A G, Zhang S H, Li M S, et al. Combining ability and heterosis of 14 CIMMYT and 13 domestic maize populations in an NC-II mating design[J]. Acta Agronomica Sinica, 2006, 32(9): 1329-1337. (in Chinese)
- [13] 李明顺, 张世煌, 李新海, 等. 根据产量特殊配合力分析玉米自交系杂种优势群[J]. 中国农业科学, 2002, 35(6): 600-605.
Li M S, Zhang S H, Li X H, et al. Study on heterotic groups among maize inbred lines based on SCA[J]. Scientia Adricultura Sinica, 2002, 35(6): 600-605. (in Chinese)
- [14] 王博新, 王亚辉, 陈朋飞, 等. 源于陕A群、陕B群玉米自交系在不同密度条件下配合力分析[J]. 作物学报, 2017, 43(9): 1328-1336.
Wang B X, Wang Y H, Chen P F, et al. Combining ability of maize inbred lines from Shaan A group and Shaan B group under different density conditions[J]. Acta Agronomica Sinica, 2017, 43(9): 1328-1336. (in Chinese)
- [15] 潘天遵, 高聚林, 苏治军, 等. 基于主成分分析的玉米杂交组合农艺性状综合评价[J]. 北方农业学报, 2016, 44(4): 1-8.
Pan T Z, Gao J L, Su Z J, et al. Comprehensive evaluation of agronomic traits based on principal component analysis of maize hybrids[J]. Journal of Northern Agriculture, 2016, 44(4): 1-8. (in Chinese)
- [16] 刘剑, 孙继颖, 高聚林, 等. 16份美国玉米自交系配合力鉴定及利用潜力分析[J]. 北方农业学报, 2017, 45(6): 1-10.
Liu J, Sun J Y, Gao J L, et al. Analysis of combining ability and utilization potential of 16 American maize inbred lines[J]. Journal of Northern Agriculture, 2017, 45(6): 1-10. (in Chinese)
- [17] 于阳雪, 刘珈伶, 贾琳, 等. 玉米自交系适机收相关性状配合力分析[J]. 玉米科学, 2018, 26(3): 22-27.
Yu Y X, Liu J L, Jia L, et al. Combining ability of maize inbred lines for traits related to appropriate mechanical harvesting[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(3): 22-27. (in Chinese)
- [18] Griffing B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance[J]. Heredity, 1956, 10(1): 31-50.
- [19] 西北农学院. 作物育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1981.
- [20] Benjamin G, Sultan, Sonia E, et al. Ecological consequences of phenotypic plasticity[J]. Trends in Ecology & Evolution, 2005, 20(12): 685-692.
- [21] 梁晓玲, 王楠, 王业建, 等. 引进美国玉米自交系在我国的耐旱适应性分析[J]. 玉米科学, 2018, 26(5): 1-6, 13.

(下转第24页)

- Zhang L J, Sun X G, Li S Y, et al. Comprehensive evaluation for shade-tolerant and selection of identification indicators in soybean germplasms from china and abroad[J]. Soybean Science, 2018, 37(4): 493-502. (in Chinese)
- [7] 付 景,李潮海,赵久然,等. 玉米品种耐阴性指标的筛选与评价[J]. 应用生态学报,2009,20(11):2705-2709.
- Fu J, Li C H, Zhao J R, et al. Shade-tolerance indices of maize: Selection and evaluation[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2009, 20(11): 2705-2709. (in Chinese)
- [8] 杨 芳,孙小玲,周 禾. 不同光强对4种草坪草类胡萝卜素的影晌[J]. 草地学报,2011,19(5):776-780.
- Yang F, Sun X L, Zhou H. Influences of wavelength and intensity on carotenoid of four lawn grass[J]. Acta Agrectir Sinica, 2011, 19(5): 776-780. (in Chinese)
- [9] 陈绍云,周国宁. 光照强度对山茶花形态、解剖特征和生长发育的影响[J]. 浙江农业科学,1992(3):144-146.
- Chen S Y, Zhou G N. Effects of light intensity on morphology, anatomical characteristics and growth and development of camellia[J]. Journal of Agricultural Science, 1992(3): 144-146. (in Chinese)
- [10] 胡标林,李 霞,万 勇,等. 东乡野生稻BILs群体耐低氮性表型性状指标筛选及其综合评价[J]. 应用生态学报.2015,26(8): 2346-2352.
- Hu B L, Li X, Wan Y, et al. Index screening and comprehensive evaluation of phenotypic traits of low nitrogen tolerance using BILs population derived from Dongxiang wild rice(*Oryza rufipogon* Griff.) [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2015, 26(8): 2346-2352. (in Chinese)
- [11] Li J, Xie R Z, Wang K R, et al. Response of canopy structure, light interception and grain yield to plant density in maize[J]. Journal of Agricultural Science, 2018, 156(6): 785-794.
- [12] Fournier C, Andrieu B. Dynamics of the elongation of internodes in maize(*Zea mays* L.). Effects of shade treatment on elongation patterns[J]. Annals of Botany, 2000, 86(6): 1127-1134.
- [13] Reed J A, Singletary G W. Roles of carbohydrate supply and phytohormones in maize kernel abortion[J]. Plant Physiology, 1989, 91(3): 986-992.
- [14] Kobata T, Sugawara M, Takatu S. Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry matter increase in rice[J]. Agronomy Journal, 2000, 92(3): 411-417.
- [15] 张吉旺,董树亭,王空军,等. 遮荫对夏玉米产量及生长发育的影响[J]. 应用生态学报,2006,17(4):4657-4662.
- Zhang J W, Dong S T, Wang K J, et al. Effects of shading on the growth, development and grain yield of summer maize[J]. Chinese Journal of Applied Ecology. 2006, 17(4): 4657-4662. (in Chinese)
- [16] 鲁晓民,卫晓轶,张 新,等. 不同基因型玉米自交系的耐荫性评价[J]. 河南农业科学,2014,43(12):19-23.
- Lu X M, Wei X Y, Zhang X, et al. Shade-tolerance evaluation of different maize inbred lines[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2014, 43(12): 19-23. (in Chinese)

(责任编辑:栾天宇)

(上接第17页)

- Liang X L, Wang N, Wang Y J, et al. Drought tolerance evaluation of American maize inbred lines in China[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(5): 1-6, 13. (in Chinese)
- [22] 陈淑萍,岳海旺,谢俊良,等. 80份美国解禁玉米自交系与先玉335亲本配合力试验分析[J]. 玉米科学,2018,26(2):30-34.
- Chen S P, Yue H W, Xie J L, et al. Analysis of combining ability on 80 declassified American maize inbred lines with Xianyu335 parents in the North of Huang-Huai-Hai region[J]. Journal of Maize Sciences, 2018, 26(2): 30-34. (in Chinese)
- [23] 石运强,金振国,高 利,等. 25份美国早熟玉米自交系抗病性评价与利用研究[J]. 中国种业,2018(10):56-59.
- Shi Y Q, Jin Z G, Gao L, et al. Disease resistance evaluation and utilization of 25 American early maturing maize inbred lines[J]. China Seed Industry, 2018(10): 56-59. (in Chinese)
- [24] 陈广周,王广福,渠建洲,等. 不同玉米自交系子粒脱水速率及其与主要影响性状的相关分析[J]. 作物杂志,2018(5):33-39.
- Chen G Z, Wang G F, Qu J Z, et al. Study on grain dehydration rate and correlation analysis of major related characters in different maize inbred lines[J]. Crops, 2018(5): 33-39. (in Chinese)
- [25] 师亚琴,李艺博,李亚楠,等. 陕A群、陕B群选育的玉米自交系抗旱性鉴定[J]. 玉米科学,2017,25(4):17-25.
- Shi Y Q, Li Y B, Li Y N, et al. Drought resistance identification of maize inbred lines selected from Shaan A group and Shaan B group [J]. Journal of Maize Sciences, 2017, 25(4): 17-25. (in Chinese)

(责任编辑:朴红梅)