

80 份美国解禁玉米自交系与先玉 335 亲本配合力试验分析

陈淑萍, 岳海旺, 谢俊良, 卜俊周, 彭海成, 魏建伟, 王雪征, 庞建周

(河北省农林科学院旱作农业研究所/河北省农作物抗旱研究重点实验室, 河北 衡水 053000)

摘要: 利用NCII遗传交配设计,以国内目前大面积推广的杂交种先玉335双亲为测验种,对80个美国解禁自交系进行2年配合力试验。结果表明,解禁美国自交系遗传基础丰富,不同杂交组合F₁代产量平均相对离差21.96%,收获时与对照均值比较,子粒含水量较少,穗轴较细,穗位高较低。筛选出一般配合力高、综合性状较好的美自交系NS701、PHW03、PHN29、PHP55等。黄淮海试验推荐的对照品种先玉335、郑单958、迪卡517、农华101、宇玉30这5个杂交种以及先玉335和郑单958双亲组配的4个杂交组合中,迪卡517、宇玉30等新品种表现出早熟、抗逆、易机收等特点,郑58×PH6WC、郑58×PH4CV产量性状和抗倒伏较好。

关键词: 玉米;配合力;数量性状

中图分类号: S513.035.1

文献标识码: A

Analysis of Combining Ability on 80 Declassified American Maize Inbred Lines with Xianyu335 Parents in the North of Huang-Huai-Hai Region

CHEN Shu-ping, YUE Hai-wang, XIE Jun-liang, BU Jun-zhou, PENG Hai-cheng,

WEI Jian-wei, WANG Xue-zheng, PANG Jian-zhou

(Dryland Farming Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences,

Key Lab of Crop Drought Tolerance Research of Hebei Province, Hengshui 053000, China)

Abstract: In order to analyze the potential of heterosis and genetic relationship between the declassified American inbred lines and the main germplasms in China, NCII genetic mating design was used in the study, Xy335 extending in large scale presently was used as a test species. Combining ability test was taken on 80 declassified American inbred lines for 2 years. The results showed that the genetic basis of American inbred lines was abundant, the relative average deviation of F₁ hybrids was 21.96%, Comparing with the means of the controls at harvest, the grain moisture content was less, Ear axis diameter was thin, the ear height was lower, Screened out the inbred lines with high GCA and good comprehensive characters which were NS701, PHW03, PHN29 PHP55 etc. The check varieties recommended in Huang-huai-hai test included Xy335, Zd958, Dk517, Nh101, Yuyu30 and the 4 cross combination of the parents of Xy335 and Zd958; Dk517 and Yuyu30 new varieties showed early maturity, resistance, easy to machine features. Zheng 58 x PH6WC and Zheng 58 x PH4CV were highlighted in the yield characters and lodging resistance.

Key words: Maize; Combining ability, Quantitative trait

录用日期: 2017-11-06

基金项目: 国家玉米产业技术体系资助项目(CARS-02-48)

作者简介: 陈淑萍(1965-),女,河北衡水人,研究员,主要从事资源创新与新品种选育研究。Tel:15930391956

E-mail:hscsp@163.com

岳海旺为并列第一作者。

谢俊良为本文通讯作者。E-mail:hbjzsjl@126.com

美国玉米育种处于全球领先地位,拥有丰富的种质资源。引进和利用外来优良种质,拓宽我国种质资源,提高育种效率,是我国近代玉米育种的重要途径之一^[1,2]。为了改变我国玉米高秆大穗、生育期长、遗传基础狭窄、育种进程缓慢的现状,2012年国家玉米产业技术体系从美国农业部USDA-ARS引进160份解密的商业自交系,在东北及黄淮海地区进行美国玉米自交系与国内优秀自交系间的配合力

试验。本试验以目前国内大面积推广的先玉335的亲本为测验种,2015~2016年进行80份自交系的配合力试验,通过杂交组合的适应性鉴定及数量性状分析,明确美国解禁自交系与我国生产中主要应用种质之间的杂种优势潜力及遗传关系,确立美国自交系在黄淮海利用潜力和改良方向。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以80份美国解禁玉米自交系(美系原始号19-102)为母本,先玉335双亲为测验种,组配160(80×2)个杂交组合;以先玉335、郑单958、迪卡517、农华101、宇玉30共5个对照种以及先玉335和郑单958双亲组配的4个杂交组合郑58×PH6WC、郑58×PH4CV、昌7-2×PH6WC、昌7-2×PH4CV作为

对照材料,利用NCII遗传交配设计方法,进行配合力试验。

1.2 试验设计

2015~2016年,在河北省农业科学院旱作所衡水试验站深州护驾迟村(北纬37°53′、东经115°42′)进行配合力田间测试。参试组合采用α-LATTIC不完全区组排列,重复3次,试验两年,种植密度90 000株/hm²,每组合2行区,行长4 m,行距60 cm,常规管理,调查株高、穗位高、抽丝期、散粉期、病害、倒伏率、收获含水量、穗长、穗粗、穗行数、行粒数和小区产量等。试验结果采用Microsoft Excel 2007和SAS 9.0进行数值分析和统计。

2 结果与分析

2.1 美国自交系配合力试验一般统计量分析

表1 主要性状一般统计量结果
Table 1 General statistical result of main characters

一般统计量 General statistic	产量 (kg/hm ²) Yield	抽丝期 (d) Silking stage	穗位高 (cm) Ear height	倒伏率 (%) Lodging rate	茎腐病(%) Stalk rot incidence	收获时子粒 含水量(%) Grain moisture content at harvest	穗行数 (行) Ear rows	轴粗(cm) Ear axis diameter
9个对照均值	11 540	56.22	110.91	13.15	4.58	29.32	15.92	2.86
80个美系组合均值	9 180	55.64	108.46	16.65	10.53	26.82	15.25	2.73
美系组合离均差	2 035	2.03	9.98	16.87	9.84	3.20	1.08	0.14
美系组合相对离均差(%)	22. 17	3.59	9.20	101.32	93.45	11.93	7.08	5.13

衡水试验站位于黄淮海北部,配合力试验的对照为黄淮海区域优秀品种及亲本组合,2015~2016年数量性状调查结果见表1。美国自交系杂交组合播种至抽丝期平均55.64 d,穗位高108.46 cm,不同杂交组合倒伏率、茎腐发病率相对平均偏差分别为

101.32%和93.45%;抽丝期与轴粗平均离差值较小,相对平均偏差分别为3.59%与5.13%。美系组合与黄淮海主推品种及亲本杂交组合相比,抽丝期短0.58 d,穗位高低2.45 cm,穗轴细0.13 cm。

2.2 表型性状方差分析

表2 表型性状方差分析
Table 2 Variance analysis of phenotypic quantitative characters

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	产量 Yield	抽丝期 Silk stage	穗位高 Ear height	倒伏率 Lodging rate	茎腐病率 Incidence of stalk rot	收获含水量 Grain moisture content at harvest	穗长 Ear length	穗行数 Ear rows	轴粗 Ear axis diameter
基因型	168	10.97**	8.74**	11.73**	3.80**	13.47**	23.28**	7.48**	12.49**	5.19**
年 际	1	565.09**	489.01**	1 470.32**	1 001.09**	1.12	526.14**	57.61**	242.15**	175.70**
基因型×年际	168	3.58**	1.18	3.11**	3.44**	4.42**	9.52**	2.11**	2.40**	1.68**

注:**表示0.01水平下差异显著。

Note: ** indicated significant difference at 0.01 level.

表2方差分析结果显示,不同杂交组合间主要表型性状差异显著,说明组合材料遗传基础丰富。2015~2016年际间茎腐发病率差异不显著,其他数

量性状年际间差异显著。由于不同年份气象条件的复杂多变以及相应的土壤状况发生变化,导致不同基因型玉米生长发育及养分吸收效率的差异^[3]。另

外,基因型与年际间交互作用,抽丝期差异不显著,其余差异显著。

2.3 美国自交系一般配合力效应分析

80份美国自交系分别与PH6WC和PH4CV测配,按被测系类群列出杂交组合产量一般配合力GCA较高的自交系,根据表型性状进一步遴选出产量GCA为正值、倒伏率或收获时含水量GCA为负值

的美国自交系。从表3可以看出,W8555、NS701、PHW03、PHN29、PHP55等具有较好适应性和表型性状。测配种为PH6WC和PH4CV,PH6WC种质构成包含BSSS、Maiz Amargo,PH4CV属于Lancaster种质,未涉及到Iodent、黄改、旅系等种质,所以测验种基因类型有一定的局限性。

表3 一般配合力效应值
Table 3 GCA of main characters of the selected inbred lines

序号 No.	材料代号 Serial number	材料名称 Variety	产量 (kg/hm ²) Yield	抽丝期 (d) Silk	穗位高 (cm) Ear height	倒伏率 (%) Lodging rate	茎腐病发病率(%) Incidence of stalk rot	收获时含水量(%) Moisture content at harvest	穗行数 (行) Ear rows
1	81	W8555	2 038.08	1.50	14.63	-3.52	1.86	0.58	1.69
2	21	NS701	1 751.28	-1.50	5.38	-4.99	5.09	-0.59	0.12
3	53	2369	1 743.51	1.42	10.95	-2.12	-7.95	0.28	0.12
4	101	PHW03	1 322.98	-2.33	-0.89	-4.95	-8.82	-1.53	0.65
5	91	PHN29	1 280.94	0.59	1.07	-10.61	-4.61	-1.41	-0.30
6	54	87916W	1 116.84	1.34	8.13	-7.60	-7.54	2.06	0.64
7	24	PB80	913.57	0.92	2.72	3.93	-1.26	0.93	1.37
8	37	W8304	652.21	1.84	4.80	-10.37	-8.32	4.09	1.25
9	55	HB8229	611.66	1.67	2.18	-8.30	-5.97	2.45	-0.03
10	20	PHW17	405.42	0.67	8.12	7.93	-3.35	0.33	1.57
11	34	787	2 953.35	2.42	2.31	9.70	-8.60	2.06	1.15
12	58	2MA22	1 924.34	-0.33	-8.87	-1.94	1.75	0.15	-0.21
13	69	PHT60	1 709.87	0.17	-1.83	0.52	-8.27	2.34	-0.03
14	72	WIL900	1 696.61	1.09	1.25	3.72	-1.35	2.41	-1.45
15	22	78371A	1 600.18	1.34	-3.81	5.99	-4.86	1.40	-0.11
16	25	MBPM	1 368.43	1.09	14.05	1.65	5.96	-1.16	1.24
17	96	PHP60	1 330.28	1.59	11.65	1.03	-2.96	2.56	0.35
18	76	WIL500	1 191.89	2.00	-4.63	-0.82	-7.20	3.93	0.19
19	95	PHP55	1 134.30	0.25	1.13	-7.38	1.85	-2.01	-0.55
20	99	PHT22	1 119.38	0.42	-3.19	-4.77	-3.21	1.08	-0.43

2.4 产量性状分析

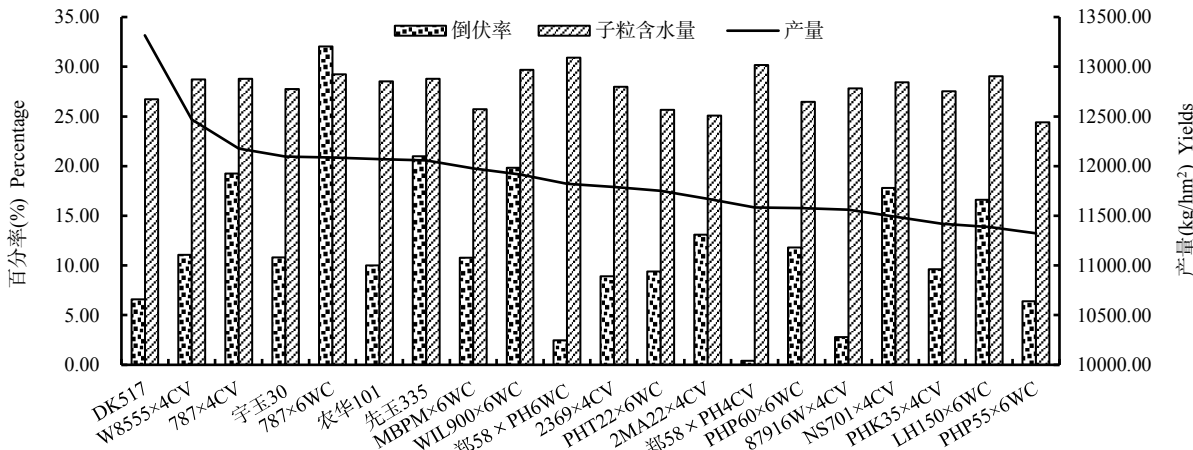


图1 2015~2016年产量排序前20名的杂交组合
Fig.1 The top 20 hybrid combinations in yield from 2015 to 2016

2015~2016年玉米生育期内气候条件较恶劣,2015年拔节期至散粉期发生较严重干旱,2016年大喇叭口期至散粉期出现高温及强风雨天气,吐丝期以后持续寡照天气,部分杂交种出现花期不遇、结实不良和较严重倒伏,对玉米灌浆期果穗建成有较大影响。

所有参试品种不喷助壮素、金德乐等控高抗倒试剂,在非生物胁迫条件下,通过90 000株/hm²配合力试验,筛选出抗逆、早熟、高产的杂交组合。由图1可见,W8555×4CV、787×4CV、787×PH6WC产量突出,MBPM×6WC、2369×4CV、PHT22×6WC等组合综合性状较好。对照品种迪卡517和宇玉30综

合性状突出,产量位居前位。4个杂交组合对照中,郑58×PH6WC和郑58×PH4CV有较好的产量配合力,配制组合抗倒性较强。

2.5 对照品种及组合表型性状分析

迪卡517为孟山都公司培育的2017年国审玉米品种,宇玉30为山东神华种业有限公司培育的2014年国审玉米品种。从表4可以看出,国审品种迪卡517、宇玉30及郑58×PH4CV在90 000株/hm²密度下,子粒产量、抗倒性及脱水速率等综合表现较好,迪卡517、宇玉30及郑58×PH4CV在2015~2016年产量平均相对偏差分别为5.25%、7.28%和2.38%,数据的离散度低,产量性状稳定。

表4 对照品种及组合表型性状分析

Table 4 Analysis of phenotypic characters of control varieties and combinations

材料名称 Variety	产 量 (kg/hm ²) Yield	吐丝期 (d) Silk	穗位高 (cm) Ear height	倒伏率 (%) Lodging rate	收获含水量(%) Water content at harvest	穗 长 (cm) Ear length	轴 粗 (cm) Cob diameter	穗行数 (行) Ear rows
DK517	13 315.56	54.00	113.28	6.59	—	17.93	2.63	17.93
宇玉30	12 095.33	55.50	109.53	10.80	24.03	19.88	2.82	15.07
农华101	12 069.17	55.33	109.71	10.01	26.15	17.58	2.97	16.00
先玉335	12 057.94	56.83	109.99	20.99	27.26	18.78	2.73	15.56
郑58×PH6WC	11 822.46	57.67	102.20	2.48	28.89	18.79	2.88	14.53
郑58×PH4CV	11 583.56	56.50	96.38	0.40	28.82	16.48	2.78	14.90
郑单958	11 048.38	57.00	118.37	4.03	30.56	15.97	2.90	15.17
昌7-2×PH6WC	10 399.66	56.17	117.28	24.80	27.20	16.68	3.13	16.67
昌7-2×PH4CV	9 483.28	57.00	121.33	38.20	29.85	16.06	2.87	17.45
平均值	11 541.70	56.22	110.90	13.15	27.85	17.57	2.86	15.92

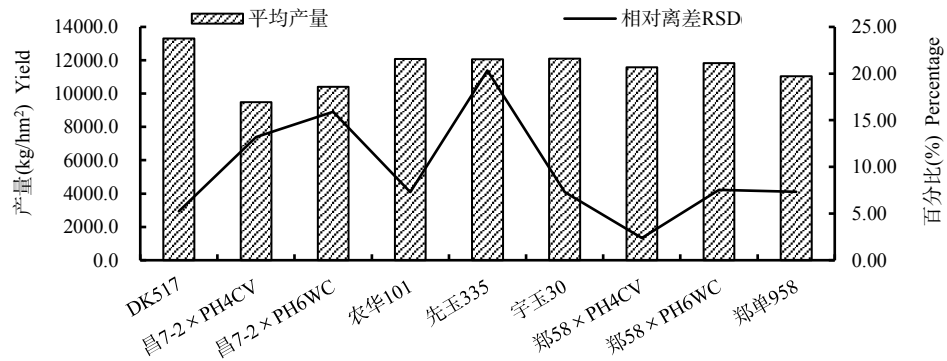


图2 2015~2016年产量稳定性比较

Fig.2 The top 20 list of hybrid combination in yield between 2015-2016

3 结论与讨论

2012年引入的美国解禁玉米自交系分为母本群和父本群,母本群包括BSSS种质以及融入阿根廷Amargo血缘的新种质,父本群包括Iodent、Lancaster、

OH07、OH43、商业杂交种选系。通过本组80份美国解禁自交系与国内主要种质的配合力分析和适应性鉴定,筛选出NS701、PHW03、PHN29和PHP55等优秀自交系,特别针对具有早熟、脱水快、耐密、易机收等特点的外国种质,用SS类群种质改良本区域

A群,用NSS类群改良本区域B群种质,有利于提高我国玉米种质类群内的遗传方差,拓宽育种的遗传基础^[6,7]。

通过两年配合力试验表明,对照品种迪卡517和宇玉30耐密抗倒易机收,综合性状突出,产量位居前位,配合力试验推荐的9个对照的种质基础直接或间接来源于国外。我国不是玉米起源地,通过从外引杂交种选育自交系或引进解密玉米自交系,对于拓宽我国玉米种质基础和加速品种更新换代发挥了重要作用^[8]。

玉米自交系数量性状受多基因控制,不同区域表型性状与环境存在互作效应^[9,10],通过各区域多年份配合力试验驯化鉴定,联合分析结果用于美系初选,单点试验结果用于本地区优良系筛选,按照杂种优势类群,入选的优良种质与本地骨干系构建基础群体,通过前育种研究工作,循环选系,按照不同主产区生态和生产条件,建立适应我国的A、B群。

外引种质在我国的适应性鉴定和渗透是一个持续的过程,难以在育种上马上利用,种质创新具有很强的公益性和长期性^[11],通过前育种研究,把直接育种有困难的材料通过逐步渗入轮回选育的方式与地方种质资源相结合,扩大遗传方差,提高一般配合力,实现种质资源的创新^[12,13]。这些解密的美国玉米自交系对提升我国玉米商业育种水平可以起到积极的推动作用。

参考文献:

- [1] 孙琦,李文才,于彦丽,等. 美国商业玉米种质来源及系谱分析[J]. 玉米科学, 2016, 24(1): 8-13.
Sun Q, Li W C, Yu Y L, et al. Pedigree analysis on maize germplasm origination of commercial breeding[J]. Journal of Maize Sciences, 2016, 24(1): 8-13. (in Chinese)
- [2] 王国宏,石清琢,王延波,等. 美国优异种质在玉米育种中的利用研究[J]. 玉米科学, 2014, 22(6): 1-5.
Wang G H, Shi Q Z, Wang Y B, et al. Utilization of excellent germplasm from American in maize breeding[J]. Journal of Maize Sciences, 2014, 22(6): 1-5. (in Chinese)
- [3] 晁晓乐,申丽霞,吕静瑶. 施氮对不同基因型玉米子粒发育和氮效率的影响[J]. 华北农学报, 2016, 31(1): 198-202.
Chao X L, Shen L X, Lü J Y, et al. Effect of nitrogen application on kernel development and nitrogen efficiency of different genotypes of maize[J]. Acta Agriculturae Boreali-sinica, 2016, 31(1): 198-202. (in Chinese)
- [4] 葛均筑,徐莹,袁国印,等. 气象因素对玉米果穗建成影响[J]. 玉米科学, 2017, 25(2): 86-93.
Ge J Z, Xu Y, Yuan G Y, et al. Effects of dry matter accumulation and meteorological factors on maize ear establishments[J]. Journal of Maize Sciences, 2017, 25(2): 86-93. (in Chinese)
- [5] 石雷. 现代美国马齿型玉米商业育种的种质基础[J]. 玉米科学, 2011, 19(5): 1-5.
Shi L. Germplasm base of contemporary U.S. dent maize in commercial breeding[J]. Journal of Maize Sciences, 2011, 19(5): 1-5. (in Chinese)
- [6] 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]. Hereditas, 2013, 35(6): 703-713.
Yong H J, Wang J J, Zhang D G, et al. Characterization and potential utilization of maize America region[J]. Hereditas, 2013, 35(6): 703-713. (in Chinese)
- [7] Hallauer A R, Carena M J. Adaptation of tropical maize germplasm to temperate environments[J]. Euphytica, 2014, 196: 1-11.
- [8] 戴景瑞,鄂立柱. 我国玉米育种科技创新问题的几点思考[J]. 玉米科学, 2010, 18(1): 1-5.
Dai J R, E L Z. Scientific and technological innovation of maize breeding in China[J]. Journal of Maize Sciences, 2010, 18(1): 1-5. (in Chinese)
- [9] 李燕,杨克诚. 7个玉米合成群体选系的杂优类群分析[J]. 华北农学报, 2010(增刊): 65-71.
Li Y, Yang K C. Analysis on heterotic group of lines from 7 synthetic maize populations[J]. Acta Agriculturae Boreali-sinica, 2010(S): 65-71. (in Chinese)
- [10] 石海春,袁昊,李东波,等. 82份玉米自交系遗传多样性分析[J]. 华北农学报, 2014, 29(6): 84-93.
Shi H C, Yuan H, Li D B, et al. Analysis of genetic diversity of 82 maize inbred lines[J]. Acta Agriculturae Boreali-sinica, 2014, 29(6): 84-93. (in Chinese)
- [11] 黎裕,王天宇. 玉米种质创新: 进展与展望[J]. 玉米科学, 2017, 25(3): 11-18.
Li Y, Wang T Y. Germplasm enhancement in maize: advances and prospects[J]. Journal of Maize Sciences, 2017, 25(3): 11-18. (in Chinese)
- [12] 薛雁. 13个玉米自交系的配合力分析[J]. 杂粮作物, 2005, 25(6): 345-348.
Xue Y. The combining ability analysis of thirteen inbred lines of maize[J]. Rain Fed Crops, 2005, 25(6): 345-348. (in Chinese)
- [13] Nass L L, Paterniani E. Pre-breeding: a link between genetic resources and maize breeding[J]. Scientia Agricola, 2000, 57: 581-587.

(责任编辑:朴红梅)