

不同基因型玉米杂交种选育二环系的效果研究

崔婧婧¹, 于玲玲², 郭强¹, 张全国^{3,4}

(1. 唐山市农业科学研究院, 河北 唐山 063001; 2. 唐山市农作物种子站, 河北 唐山 063001;
3. 河北省农林科学院 粮油作物研究所, 石家庄 050035; 4. 河北省作物遗传育种重点实验室, 石家庄 050035)

摘要:以先玉 335、东单 1331 和迪卡 516 为基础, 选育二环系。2021 年冬, 对所选育的二环系, 按照 Griffing 方法(无亲本, 仅一组 F1), 配制了 108 个组合。2022-2023 年, 通过对 108 个组合在产量、抗倒性、抗病性, 以及一年多点产量稳定性、丰产性等方面进行分析, 多角度对品种进行综合评价。结果表明: KPK124(迪卡 516 二环系) × KPX49(先玉 335 二环系) 组合, 在两年多点试验中, 产量最高, 为 886.5 kg/667 m² (2022) 和 780.78 kg/667 m² (2023), 抗倒性最好, 高抗大斑病、茎腐病和穗腐病, 抗锈病。该组配模式, 在一定程度上反映了利用主要性状互补的玉米杂交种选育二环系, 对选系后代进行杂交组配, 能够选育出较为优良的玉米杂交种。

关键词: 不同种类玉米; 二环系; 产量; 抗性

中图分类号: S513 文献标识码: A 文章编号: 0488-5368(2025)03-0013-05

Effect of Second Cycle Line Breeding From Different Genotype of Corn

CUI Jingjing¹, YU Lingling², GUO Qiang¹, ZHANG Quanguo³

(1. Tangshan Academy of Agricultural Science, Tangshan, Hebei 063000, China; 2. Tangshan Crop Seed Station, Tangshan, Hebei 063000, China;
3. Institute of Cereal and Oil Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang, Hebei 050035, China;
4. Hebei Key Laboratory of Crop Genetics and Breeding, Shijiazhuang, Hebei 050035, China)

Abstract: Second-cycle lines were selected based on three maize hybrids: 'Xianyu 335', 'Dongdan 1331', and 'Dika 516'. In the winter of 2021, 108 hybrid combinations were prepared using the Griffing method (excluding parents, with only one set of F1 hybrids). From 2022 to 2023, these combinations were comprehensively evaluated for yield, lodging resistance, disease resistance, and yield stability across multiple locations and years. The results showed that the combination KPK124 (from the 'Dika 516' second-cycle line) × KPX49 (from the 'Xianyu 335' second-cycle line) exhibited the highest yield, reaching 886.5 kg/667m² in 2022 and 780.78 kg/667m² in 2023. This combination also demonstrated the best lodging resistance, high resistance to northern leaf blight, stalk rot, and ear rot, as well as moderate resistance to rust. These findings indicate that breeding second-cycle lines from maize hybrids with complementary key traits and selecting superior hybrid combinations can effectively develop high-performing maize hybrids.

Key words: Different corn genotypes; Second cycle line; Yield; Resistance

玉米单交种先玉 335、东单 1331 和迪卡 516 是我国东华北和黄淮海玉米主栽品种。先玉 335 于 2004 年通过国家审定, 该品种表现为产量高、脱水

快、品质好、出籽率高、容重高、穗位适中、抗穗腐能力较强, 适合机械化收获, 该品种自投放市场以来, 深受广大用户青睐。但该品种也存在抗倒伏能力

收稿日期: 2024-03-06 修回日期: 2024-04-24

基金项目: 河北省现代农业产业技术体系建设专项资金(HBCT2024020411); 省-市农科院合作项目“适合春播区玉米种质创新及新品种选育”(2023KJ CXZX-LYS-22)。

第一作者简介: 崔婧婧(1993-), 女, 硕士, 助理研究员, 主要从事玉米育种研究。

通信作者: 郭强, 张全国。

较差,不耐高温,秃尖较大,感斑病、青枯等缺点^[1,2]。东单 1331 于 2016 年通过国家审定,该品种表现为稳产性好、耐高温性好、果穗封顶性好、抗病性强等特点^[3]。2023 年,该品种入选农业农村部重点推介的玉米品种。但该品种也存在果穗较短,穗位较高,抗倒伏能力不强等缺点。迪卡 516 于 2011 年通过吉林省审定,2012 年、2015 年、2018 年,分别通过辽宁省、河北省、陕西省引种备案,该品种抗倒性好,适宜密植,产量潜力大,脱水较快,该品种的抗倒性和籽粒脱水速率为该品种的最大亮点,该品种审定以后,推广面积逐步上升。但该品种也存在抗斑病能力较差,易感穗腐病等缺点,限制了该品种的进一步推广^[4-6]。依据三个玉米品种主要优缺点互补的特点(先玉 335 产量潜力高,抗倒性较差,耐高温能力较弱;东单 1331 耐高温能力较强,抗穗腐能力较强,产量潜力不高,抗倒

性一般;迪卡 516 抗倒性强,抗穗腐能力一般),利用二环系法,对每个品种进行自交选系,选系后代群体之间进行测配,群体内部进行优系聚合、改良。组配的杂交后代,在保持原品种优点的同时,有效改良不足。本试验以先玉 335、东单 1331 和迪卡 516 杂交种为基础材料,在逆境条件下(高密、早播种晚收获、干旱胁迫),按照系谱法,结合自交后代田间抗病、抗倒、雌雄协调性等表现,选择田间表现优良的自交系,连续自交 6 代后,进行杂交组配。

1 材料与方法

1.1 供试材料

以先玉 335、东单 1331 和迪卡 516 为基础选育的优良二环系为供试材料(表 1)。2021 年冬,按照 Griffing (无亲本,仅一组 F_1) 方法^[7],在海南组配了 108 个杂交组合。

表 1 供试材料

序号	自交系名称	自交系来源	序号	自交系名称	自交系来源	序号	自交系名称	自交系来源
1	KPX12	先玉 335	7	KPD70	东单 1331	13	KPK100	迪卡 516
2	KPX25	先玉 335	8	KPD72	东单 1331	14	KPK108	迪卡 516
3	KPX33	先玉 335	9	KPD75	东单 1331	15	KPK115	迪卡 516
4	KPX49	先玉 335	10	KPD80	东单 1331	16	KPK124	迪卡 516
5	KPX50	先玉 335	11	KPD83	东单 1331	17	KPK139	迪卡 516
6	KPX66	先玉 335	12	KPD99	东单 1331	18	KPK144	迪卡 516

1.2 试验方法

初比试验于 2022 年,在唐山市农业科学研究院试验场进行。试验采用随机区组设计,108 个组合,每个组合种 4 行,行长 5 m,行距 0.6 m,种植密度 75 000 株/hm²,3 次重复。先玉 335、东单 1331 和迪卡 516 作为对照品种,每间隔 10 个被测组合,依次插入一个对照品种。选取中间两行,进行性状调查和测产取样。调查项目主要包括:株高、穗位高、倒伏率、倒折率、秃尖长、产量、成熟期、穗腐病、茎腐病、大斑病。玉米病情分级标准参照国家级玉米品种审定标准(2021 年修订)^[8]。2023 年,选取初比试验中表现优异的组合,升级到高比试验,高比试验在唐山市农业科学研究院试验场、唐山市海港开发区王滩镇、唐山市开平区马家沟进行,每个组合种 4 行,种植密度 75 000 株/hm²,3 次重复,每组合种植 12 m²,对照品种选择与调查项目同初比

试验。两年的播种日期均为 5 月 25 日。

1.3 数据分析

采用 WPS Office 和 DPS V7.5 软件,进行方差分析、品种稳定性和丰产性分析,采用 Duncan's 进行处理间差异性检验。

2 结果与分析

2.1 2022 年各组合平均产量表现

由表 2 可知,各组合后代中,KPK×KPD 组合株高、穗位高显著高于其它组合,产量显著低于其它组合,抗倒性较好,熟期与其它组合相当,中抗穗腐病和茎腐病。KPK×KPX 组合后代株高、穗位高显著低于其它组合,秃尖长和产量显著高于其它组合,熟期最短,高抗穗腐病和茎腐病,抗大斑病;KPD×KPX 组合后代倒伏率和倒折率显著高于其它组合,高抗穗腐病、茎腐病和大斑病。

表2 初比组合产量和抗性表现

母本	父本	株高 /cm	穗位高 /cm	倒伏率 /%	倒折率 /%	秃尖 /cm	产量 (kg/hm ²)	成熟期 /d	穗腐病	茎腐病	大斑病
KPD	KPX	(282.8±20.5) Bb	(111.4±8.6) Bb	(5.6±0.4) Aa	(0.4±0.02) Aa	(0.5±0.03) Bb	(13 146±951) Bb	107	1	1	1
KPK	KPX	(278.5±16.7) Cc	(108.3±11.3) Cc	(1.5±0.2) Bb	(0.1±0.01) Bc	(1.3±0.08) Aa	(13 284±1 137) Aa	106	1	1	3
KPK	KPD	(290.6±18.8) Aa	(115.8±10.5) Aa	(0.6±0.1) Cc	(0.2±0.01) Bb	(0.6±0.07) Bb	(12 369±1 197) Cc	108	3	3	1

注:同列数字后的不同小写字母表示在0.05水平上差异显著,不同大写字母表示在0.01水平上差异显著,下同。

2.2 2022年高产组合表现

2022年,共有4个组合,在产量上超过对照平均值,且高抗穗腐病、茎腐病和大斑病(表3)。四个组合中,利用先玉335选育的二环系KPX49,以

及利用迪卡516选育的二环系KPK144均组配出了两个苗头组合。V2产量最高,较对照平均产量增加5.05%,生育期105 d,株高274.6 cm,穗位高104.9 cm;该品种秃尖较大,为1.4 cm。

表3 初比高产组合产量和抗性表现

组合(代号)	株高 /cm	穗位高 /cm	倒伏率 /%	倒折率 /%	秃尖 /cm	成熟期 /d	穗腐病	茎腐病	大斑病	产量 (kg/hm ²)	较对照均值 增减产/%
KPD80×KPX49(V1)	280.5	108.2	6.5	1.3	0.3	107	1	1	1	13 057.5	3.15
KPK124×KPX49(V2)	274.6	104.9	1.2	0	1.4	105	1	1	1	13 297.5	5.05
KPK144×KPX66(V3)	277.5	106.7	0.5	0.3	1.2	106	1	1	1	13 134	3.76
KPK144×KPD99(V4)	300.2	113.2	1.2	0.5	0.5	107	1	1	1	12 882	1.77
先玉335(V5)	291.5	104.8	7.8	5.5	1.3	108	1	1	3	12 997.5	-
东单1331(V6)	294.5	106.6	4.6	1.1	0.2	108	1	1	1	12 304.5	-
迪卡516(V7)	289.6	110.8	0.5	0	0.6	105	3	1	3	12 673.5	-

2.3 2023年产量方差分析

对玉米产量进行方差分析表明(表4),不同品种间、不同品种与地点间,存在极显著差异($P < 0.01$),说明产量差异主要是由于品种本身以及品

种与地点互作引起的。因此,有必要对品种与地点互作效应以及品种之间的差异性进行分析。

表4 产量方差分析

变异来源	df	SS	MS	F	P值
地点内区组	3	14.47	4.82		
地点	2	80.54	40.27		
品种	6	14 592.32	2 432.05	15.42	0.000 1**
品种×地点	12	1 892.46	157.70	4.99	0.001 2**
试验误差	18	568.73	31.560		
总和	41	17 148.52			

2.4 品种与地点互作效应

各品种与地区互作效应值的大小,反映该品种在这些地区的稳定性。互作效应绝对值小,说明品

种具有广泛适应性,属于稳产性品种;反之,互作效应绝对值大,说明该品种广适性差。由表5可知,在3个试验点,品种稳定性排名前三的品种为V6>

V7> V2, 品种 V4 的产量稳定性最差。

表 5 品种和地点互作效应分析

品种	环境			
	E1	E2	E3	E
V1	-6.06	-2.00	8.06	-16.82
V2	-5.61	14.67	-9.06	7.14
V3	-4.23	4.00	0.22	24.92
V4	-2.46	3.15	-0.69	-34.75
V5	12.73	-13.34	0.61	16.20
V6	0.32	2.04	-2.35	0.82
V7	5.32	-8.52	3.21	2.49
V	0.056 0	1.667 4	-1.723 3	

2.5 品种间产量差异性分析

对品种间产量差异进行显著性分析。由表 6 可知,品种 V2 产量最高,与其它组合(品种)的产量差异达到显著水平($P<0.05$);品种 V5 产量排名第二,与其它组合品种的产量差异达到显著水平($P<0.05$)。品种 V4 产量最低,与其它品种的产量差异达到极显著水平($P<0.01$)。

表 6 品种间产量差异性分析

品种	均值	5%显著水平	1%显著水平
V1	739.04	d	D
V2	780.78	a	A
V3	762.99	c	BC
V4	721.10	e	E
V5	772.05	b	AB
V6	756.68	c	C
V7	758.34	c	C

2.6 品种丰产性及其稳定性

由表 7 可知,品种 V2 的丰产性效应值最高,为 24.92;V4 的丰产性效应值最低,为-34.75;品种 V2 在不同地区的产量变异度最低,为 0.53,说明该品种产量受试验地点的影响较小,品种稳产性好;品种 V5 的产量变异度最高,为 1.69,说明该品种产量受试验地点的影响较大,品种稳产性差。

综合分析各个品种的丰产性以及稳定性,对其进行综合评价。品种 V2 被评为最优,品种 V5、V6、V7 被评为较好,品种 V1 和 V3 被评为一般,品种 V4 被评为较差。

表 7 品种丰产性及其稳定性分析

品种	丰产性参数		稳定性参数		适应地区	综合评价
	产量	效应	方差	变异度		
V1	739.04	-16.82	52.85	0.98	E1~E3	一般
V2	780.78	24.92	16.97	0.53	E1~E3	很好
V3	762.99	7.14	164.47	1.68	E2	一般
V4	721.10	-34.75	8.23	0.40	E1~E3	较差
V5	772.06	16.20	170.14	1.69	E1	较好
V6	756.68	0.821	4.89	0.29	E1~E3	较好
V7	758.34	2.49	55.57	0.98	E1~E3	较好

2.7 抗性分析

由表 8 可知,V2 和 V7 的抗倒性最好;V2 高抗大斑病、茎腐病和穗腐病,抗锈病。V5 感大斑病,V7 感锈病。

通过两年试验,结果表明,品种 V2(KPK124×KPX49)在抗倒性、抗病性、丰产性、稳产性等方面表现优异。初步证实:迪卡种质×先锋种质,可以选育出高产、稳产、抗性优良的玉米品种。

表 8 品种抗性分析

品种	倒伏率/%	倒折率/%	大斑病/级	茎腐病/级	锈病/级	穗腐病/级
V1	1.33	0.52	1	1	1	1
V2	0	0	1	1	3	1
V3	1.15	0.87	1	1	3	1
V4	1.31	0.52	1	1	3	1
V5	3.38	0.26	5	1	3	1
V6	0.69	0	1	1	1	1
V7	0	0	3	1	5	1

3 结论与讨论

玉米育种难在选系,重在测配,优良的种质资源是基础和关键^[9]。北京市农林科学院玉米研究中心利用优秀的先锋商业化杂交种 X1132X,选育出了京 724、京 MC01 等优良自交系,中国农业大学利用 X1132X 选育出 C783、X24621 等优良自交系,良玉种业选育出 M54、M03 等优良自交系^[10~14]。利用 X1132X 选育出的优良自交系,先后组配出京科 968、京农科 728、中农大 678、农大 372、登海 605、良玉 88 和良玉 99 等优良玉米杂交种。西北农林科技大学农学院,利用郑单 958、先玉 335、农大 108 和登海 601 相互杂交,形成综合种,综合种分别与掖 478 和黄早四测交,构建形成玉米陕群 A 和陕群 B,利用两群种质,先后组配出陕单 606、陕单 609 等优良玉米杂交种^[15,16]。本研究利用当地主栽玉米品种进行选系,探索国内种质、先锋种质、孟山都种质之间的杂种优势,为下一步优系改良、利用,提供依据。

目前,黄淮海地区主要杂优模式包括:国内瑞德×塘四平头,以“郑单 958”、“伟科 702”等为代表;SS×NSS,以“先玉 335”、“先玉 688”为代表;78599×塘四平头,以“鲁单 981”为代表;78599×国内瑞德,以“金海 5 号”为代表。X 系×黄改系,以“京农科 728”为代表^[17]。KPK124 自交系,来源于迪卡 516 二环系,该自交系继承了杂交种抗倒性好、耐密性好,果穗丰产性好,耐高温的特点,同时中抗穗腐病,目前,该自交系为课题组骨干自交系。KPX49 自交系,来源于先玉 335 二环系,该自交系丰产性好,一般配合力较高,但利用该自交系组配的杂交种大多表现为耐高温能力较差,抗倒伏能力一般。KPK124×KPX49 杂交种后代,有效的结合了双亲优点,在抗倒性、丰产性、耐高温等方面表现出了一定的优势。利用 KPK124×KPX49 组配的玉米杂交种“唐研 762”已参加河北省夏玉米(4 500 株/667 m²)区域试验。通过该试验表明,在遵循“主要性状互补”的前提下,针对当地气候特点展开的选育二环系可行。下一步,课题组将利用所选育的三个类型玉米自交系,与黄改系、国内瑞德、78555 等课题组骨干自交系进行测配,充分挖掘不同类型种质资源潜力,不断丰富和提高当地主栽玉米品种种类及产量、抗性水平。

参 考 文 献:

- [1] 张亚辉,陈亚芹,王迎春,等. 先玉 335 对吉林省玉米产业发展的机遇与挑战[J]. 玉米科学,2014,22(2):66-69.
- [2] 吴晋源,侯有良,卢保红,等. 先玉 335 应用对我国玉米产业技术的影响[J]. 山西农业科学,2013,41(3):304-306.
- [3] 宋波,姜慧琴. 广适多抗优质型玉米新品种东单 1331 在全国不同生态区推广种植模式[J]. 辽宁农业科学,2023(5):91-92.
- [4] 王健,于青松,郝茹雪,等. 冀东地区玉米宜机收品种的增密增产效应研究[J]. 种子,2020,39(3):140-147.
- [5] 卢道文,张莹莹,李永江,等. 8 个玉米杂交种籽粒脱水特性研究[J]. 江苏农业科学,2019,47(12):122-125.
- [6] 荆绍凌,陈亚芹,张亚辉,等. 吉林省主栽耐密玉米杂交种综合评价[J]. 吉林农业科学,2014,39(5):1-4.
- [7] Riyanto Agus, Hidayat Ponendi, Suprayogi Y, et al. Diallel analysis of length and shape of rice using Hayman and Griffing method. Journal of open agriculture, 2023.
- [8] 国家级玉米品种审定标准(2021 年修订)[J]. 农技服务,2021,38(10):1-3.
- [9] 王文斌. 陕 A 群、陕 B 群选育的玉米自交系遗传效应分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [10] 王元东,张华生,段民孝,等. 利用外来新种质 X1132X 选育优良玉米自交系的研究[J]. 中国种业,2015(2):41-44.
- [11] 段民孝,赵久然,李云伏,等. 高产早熟耐密抗倒伏宜机收玉米新品种‘京农科 728’的选育与配套技术研究[J]. 农学学报,2015,5(2):10-14.
- [12] 王莉莉. 高产优质玉米新品种农大 372 的特征特性及高产栽培技术[J]. 农业科技通讯,2017(8):251-252.
- [13] 宋雷,宋雨,缪玲敏,等. 玉米杂交种良玉 88 号选育及栽培技术[J]. 农业科技通讯,2010(3):117-119.
- [14] 宋雨,宋雷,缪玲敏,等. 玉米品种良玉 99 的选育及思路创新与利用[J]. 农业科技通讯,2018(8):251-253.
- [15] 张兴华. 陕单 606、陕单 609 的选育及稳定性分析[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2012.
- [16] 薛吉全,张兴华,郝引川,等. 玉米新品种陕单 609 选育研究[J]. 玉米科学,2016,24(4):30-34.
- [17] 宋炜,王立伟,张全国,等. 玉米杂交种‘冀玉 228’选育及新杂优模式讨论[J]. 农学学报,2022,12(10):6-9.

[1] 张亚辉,陈亚芹,王迎春,等. 先玉 335 对吉林省玉