郑　飞,孔令杰,刘瑞响,等. 江苏省玉米新品种丰产性和稳产性及应用前景分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(2):42 - 45.
doi:10.15889/j.issn.1002 - 1302.2018.02.011

江苏省玉米新品种丰产性和稳产性及应用前景分析

郑　飞, 孔令杰, 刘瑞响, 张美景, 孟庆长, 赵文明, 陈艳萍, 袁建华
(江苏省农业科学院粮食作物研究所,江苏南京 210014)

摘要:对初步证明有应用前景的新苗头组合进行区域内多年多点鉴定试验,以检验玉米新杂交种在不同环境的产量稳定性和品种与地点的互作效应,对筛选出有应用前景的新杂交种在丰产性、稳产性和区域适应性方面作出综合评价。本研究于 2013—2015 年以江苏省种植的 7 个玉米品种组合在 5 个试验地点的产量结果进行分析,结果表明,参试品种产量的环境效应和基因型 × 环境互作效应均存在极显著差异。从参试地点看出明玉 1301、苏试 51417 丰产性和稳产性综合评价很好;苏玉 41 稳产性很好,丰产性较好,综合评价良好,相对具有较大的推广应用空间,适合江苏省春夏播区域种植。

关键词:玉米;丰产性;稳产性;高稳系数;AMMI 模型
中图分类号:S513.03　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 - 1302(2018)02 - 0042 - 04

根据地理位置和气候条件,江苏省玉米生产划分为徐淮夏玉米区和通扬沿海春玉米区[1]。不同玉米品种适宜不同的种植区域[2]。一个新品种的推广应用前景除考虑它的丰产性外,更要兼顾它的稳产性以降低推广风险[3]。本研究于 2013—2015 年选择江苏春夏 2 个玉米生产区域共 5 个试验地点,对 5 个玉米品种和 2 个苗头组合的丰产性和稳产性进行综合分析,为新品种的选育、推广应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验时间与地点

试验于 2013—2015 年在江苏省盐城市大丰区、睢宁县、沭阳县、宿迁市洋河新区和丰县进行。

1.2　试验材料

供试材料 7 个:郑单 958(对照 1:黄淮海夏玉米组对照种、江苏省夏玉米组对照种)、先玉 335(对照 2:黄淮海夏玉米种植面积大)和江苏省农科院自育品种苏玉 29(2010 年东南区国审)、苏玉 39(2014 年福建省审定)、苏玉 41(2015 年东南区国审)、自育苗头组合明玉 1301(2016 年江苏省区试)、苏试 51417(2016 年江苏省区试)。

1.3　试验方法

1.3.1　试验设计　田间试验为 3 年多点试验,每个试验点均采用完全随机区组设计,2 次重复,以郑单 958 作为对照,等行距种植,行距 0.5 m,每小区 4 行,行长 5 m,每小区面积 10 m^2,每小区 76 株,种植密度 75 000 株/hm^2,籽粒产量按照每小区实收中间 2 行进行折合,最终折合成产量。田间栽培管理按照当地玉米大田生产水平。

1.3.2　分析方法　高稳系数法(简称 HSC:High Stability Coefficient)[4]检验品种的丰产性和稳定性,并结合标准差、变异系数进行估算,高稳系数越大表明品种高产和稳产性越好。同时运用加性主效应和乘积交互作用模型(简称 AMMI:Additive Main Efects and Multiplicative Interaction)[5]对每一品种与环境交互作用进行主成分分析(简称 IPCA:Interaction Principal Component Analysis)。若品种的 IPCA1、IPCA2 的平方和分别与总的平方和之比的和大于 0.85,说明 IPCA1 和 IPCA2 就可以解释互作的绝大部分,IPCA2 以后的信息可以忽略;若小于 0.85,则需要进一步计算 IPCA3 及以后的参数项[6-7]。品种 IPCA 的绝对值越大,说明该品种的基因与环境互作普遍,该品种越不稳定[8]。以品种、地点平均产量为横坐标,IPCA1 为纵坐标作图,可通过双标图直观看出基因型、环境、基因型 × 环境互作的大致情况[8-9]。高稳系数法计算公式:

$$HSC_i = (\overline{X}_i - S_i)/(1.1\,\overline{X}_{CK}) \times 100\%。$$

式中:HSC_i 为第 i 个品种的高稳系数;$\overline{X}_i$ 为第 i 个品种的平均产量;S_i 为第 i 个品种的产量变异标准差;$\overline{X}_{CK}$ 为对照品种的产量平均数[4]。

所有数据应用 Microsoft Excel 2003 和 DPS7.05r 软件进行系统分析及绘制图表。

2　结果与分析

2.1　产量方差分析

对试验的产量结果数据进行方差分析,结果表明地点间、品种间、年份间、地点与品种互作间、地点与年份互作间差异均达到了极显著水平。

从表 1 可以看出,苗头组合明玉 1301 产量最高,苏玉 39 产量最低,其中明玉 1301 与苏试 51417 差异不显著,但与先玉 335 差异达到极显著水平;郑单 958 与苏玉 29 差异不显著,但与苏玉41差异达到极显著水平,这与品种适应性和抗

收稿日期:2016 - 07 - 18
基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS - 02 - 50);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(14)2006];江苏省科技支撑计划(编号:BE2013434)。
作者简介:郑　飞(1983—),男,硕士,助理研究员,从事玉米遗传育种研究。E - mail:zhengfei20122012@163.com。
通信作者:袁建华,博士,研究员,主要从事玉米遗传育种工作。E - mail:yuanjh1123@163.com。

表 1　各品种试验产量及多重比较结果　　kg/hm²

品种	大丰区			睢宁县			沭阳县		
	2013 年	2014 年	2015 年	2013 年	2014 年	2015 年	2013 年	2014 年	2015 年
明玉 1301	8 820	14 040	7 900.5	11 350.5	12 090	12 580.5	10 680	10 500	13 161
苏试 51417	8 940	13 671	7 830	11 100	11 511	12 321	10 731	10 551	11 920.5
先玉 335	8 830.5	14 241	7 731	11 140.5	11 590.5	11 830.5	10 950	10 551	11 160
苏玉 41	8 940	12 501	6 510	10 821	11 571	12 340.5	10 731	9 480	12 450
郑单 958	7 311	10 660.5	6 201	8 700	10 281	10 390.5	10 350	10 080	10 581
苏玉 29	9 111	1 2591	7 800	10 470	11 100	11 631	10 821	9 510	11 661
苏玉 39	8 310	1 1181	6 150	10 480.5	10 680	10 390.5	9 640.5	8 830.5	10 570.5
平均	9 489.0Dd			1 1160.0Aa			10 710.0Bb		

品种	宿迁市洋河新区			丰县			平均
	2013 年	2014 年	2015 年	2013 年	2014 年	2015 年	
明玉 1301	8 650.5	9 741	10 800	12 450	12 921	11 871	11 170.5Aa
苏试 51417	8 631	9 981	10 570.5	11 961	12 190.5	11 721	10 908.0AaBb
先玉 335	8 820	9 910.5	9 861	11 151	11 970	11 181	10 728.0Bb
苏玉 41	6 861	9 201	9 861	9 861	12 490.5	9 711	10222.5Cc
郑单 958	8 040	8 680.5	10 191	10 191	12 100.5	10 371	9 609.0Dd
苏玉 29	7 900.5	9 081	9 861	7 210.5	7 311	7 780.5	9 589.5Dd
苏玉 39	6 390	8 590.5	8 571	6 820.5	6 520.5	7 161	8 686.5Ee
平均	9 057.0Ee			10 236.0Cc			

注:同行、同列平均值数据后不同小写字母表示 0.05 水平差异显著,不同大写字母表示 0.01 水平差异显著。

逆性有明显联系。从各试验点平均产量可以看出,睢宁点产量最高,宿迁洋河点产量最低,并且 5 个点平均产量差异达到极显著水平,这与各试验点土壤条件和气候环境有密切联系。

2.2　各品种不同年份、不同地点间丰产、稳产性及适应性分析

从表 2 可以看出,2013 年度试验结果:明玉 1301、苏试 51417 比对照 1(郑单 958)增产极显著,分别增产 16.51% 和 15.18%,其中明玉 1301 比对照 2(先玉 335)增产 2.1%。2014 年度试验结果:明玉 1301、先玉 335、苏试 51417 和苏玉 41 与对照 1(郑单 958)差异达极显著水平,分别比对照 1 增产 14.45%、12.47%、11.77% 和 6.64%。其中仅有明玉 1301 比对照 2(先玉 335)增产 1.77%。2015 年度试验结果表明:明玉 1301、苏试 51417 和苏玉 41 相比对照 1(郑单 958)属于增产显著品种,其中明玉 1301 比对照 2(先玉 335)增产 8.79% 差异达极显著水平;苏试 51417 比先玉 335 增产 5.02%,但差异不显著;苏玉 41 较对照 1(郑单 958)增产水平显著,达 6.58%。试验 3 年间,明玉 1301 都位居参试品种(组合)第 1 位。从数据统计分析结果看出,2013 年度高稳系数的大小顺序为:先玉 335 > 苏试 51417 > 明玉 1301 > 苏玉 41 > 苏玉29 > 郑单 958 > 苏玉 39。2014 年度高稳系数的大小顺序为:苏试 51417 > 明玉 1301 > 先玉 335 > 苏玉 41 > 郑单 958 > 苏玉 29 > 苏玉 39。2015 年度高稳系数的大小顺序为:明玉 1301 > 苏试 51417 > 先玉 335 > 苏玉 29 > 苏玉 41 > 郑单 958 > 苏玉 39。综合 3 年品种比较试验结果,从表 3 可以看出,明玉 1301、苏试 51417 和苏玉 41 具有高产稳产性,并且适应性较广,是具有良好推广应用前景的品种(组合)。

2.3　产量 AMMI 模型分析

由表 4 参试品种(组合)产量 AMMI 模型分析结果可知,基因效应、环境效应、基因与环境互作效应均达到极显著水平。基因型间的变异平方和占总变异平方和的 18.97%,环境间的变异平方和占总变异平方和的 16.78%,而基因型和环境交互作用的变异平方和占 15.04%,这说明在试验中对产量影响作用大小顺序为基因、环境、基因与环境互作。分析结果显示,IPCA1 反映了 89.3% 的基因与环境的交互作用,同时也达到极显著差异水平,说明基因型与环境互作绝大部分变异集中在第一个 IPCA 轴上。因此可以用产量与 IPCA1 的双标图反映品种(组合)间和产量间的丰产性与稳定性,如图 1 所示。

AMMI 模型中,品种(组合)的横坐标数值越大,说明该品种产量越高,丰产性越强,纵坐标绝对值越小,说明该品种稳定性越强,适应性越广[8-9]。从图 1 可以看出,在水平方向上基因型比环境的分布范围广,说明基因型间的变异大于环境间的变异。明玉 1301、苏试 51417 产量高,丰产性强;苏玉 39 产量低,丰产性差。垂直方向表明基因型与环境交互作用的差异,苏玉 41 的 IPCA1 值的绝对值小,表明该品种对环境的适应能力强;明玉 1301、苏试 51417 的 IPCA1 值的绝对值相对较小,表明这 2 个组合也具有较强的广适性;苏玉 29、苏玉 39 的 IPCA1 值的绝对值大,表现不稳定。环境 IPCA 绝对值大小顺序为丰县(14.555 6)、大丰(-5.101 9)、睢宁(-4.705 8)、沭阳(-2.971 6)和宿迁洋河(-1.776 4),这说明丰县环境对品种(组合)筛选能力强,要求在丰县种植的品种具有较强的适应性,宿迁洋河环境则对品种(组合)筛选能力低,大多数品种均适宜在该环境中种植。

2.4　品种组合产量丰稳性分析

产量的正向离差越大说明该品种(组合)丰产性越好,负向离差越大则丰产性越差[10-11]。从表 5 可以看出,这 7 个品种(组合)中明玉 1301、苏试 51417 丰产性和稳定性综合评价很好,其中明玉 1301 表现最为突出,具有较高的推广应用前景;苏玉41稳产性很好,丰产性较好,综合评价良好,相对具

表 2　各品种的相关系数统计结果

年份	品种	平均产量（kg/hm²）	较 CK1 增减（%）	较 CK2 增减（%）	回归系数	标准差	变异系数（%）	高稳系数（%）
2013	明玉 1301	10 390.65Aa	16.51	2.08	1.104 50	106.40	15.36	89.65
	苏试 51417	10 272.60Aa	15.18	0.92	1.018 80	92.59	13.52	90.55
	先玉 335（CK2）	10 178.55ABa	14.13	—	0.969 90	79.51	11.72	91.60
	苏玉 41	9 442.35BCb	5.87	-7.23	1.304 00	106.17	16.87	80.01
	苏玉 29	9 102.45CDb	2.06	-10.57	0.746 70	104.03	17.14	76.88
	郑单 958（CK1）	8 918.55CDb	—	-12.38	0.802 50	102.68	17.27	75.21
	苏玉 39	8 328.45Dc	-6.62	-18.18	1.053 40	112.52	20.27	67.69
2014	明玉 1301	11 858.25Aa	14.45	1.77	1.262 50	112.64	14.25	89.22
	先玉 335（CK2）	11 652.45Aa	12.47	—	1.242 20	108.11	13.92	88.02
	苏试 51417	11 580.30ABa	11.77	-0.62	1.061 50	92.88	12.03	89.39
	苏玉 41	11 048.55Bb	6.64	-5.18	1.044 80	104.30	14.16	83.22
	郑单 958（CK1）	10 360.65Cc	—	-11.09	0.479 30	80.60	11.67	80.30
	苏玉 29	9 918.45Cd	-4.27	-14.88	1.068 80	128.39	19.42	70.13
	苏玉 39	9 160.65De	-11.58	-21.38	0.840 90	118.46	19.40	64.79
2015	明玉 1301	11 262.45Aa	17.98	8.79	1.104 10	132.98	17.71	88.26
	苏试 51417	10 872.45ABab	13.89	5.02	0.947 50	117.19	16.17	86.80
	先玉 335（CK2）	10 352.70BCbc	8.45	—	0.833 40	111.52	16.16	82.66
	苏玉 41	10 174.35BCDcd	6.58	-1.72	1.319 80	158.08	23.31	74.31
	苏玉 29	9 746.55CDde	2.10	-17.23	0.879 90	122.66	18.88	75.29
	郑单 958（CK1）	9 546.45De	—	-7.79	0.933 40	121.49	19.09	73.56
	苏玉 39	8 568.6Ef	-10.24	-5.85	0.981 80	124.14	21.73	63.87

注：同列数据后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。

表 3　各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（kg/hm²）	效应（离差，kg/hm²）	方差	变异度		
明玉 1301	11 170.46	1 040.145	1 816.923	5.724	E1 ~ E5	很好
苏试 51417	10 908.45	778.14	1 312.384	4.981	E1 ~ E5	很好
先玉 335（CK2）	10 727.9	597.6	713.903	3.736	E1 ~ E5	好
苏玉 41	10 221.75	91.44	633.24	3.693	E1 ~ E5	较好
郑单 958（CK1）	9 608.55	521.76	3 484.876	9.216	E1 ~ E5	一般
苏玉 29	9 589.155	541.155	7 250.682	13.32	E1 ~ E5	一般
苏玉 39	8 685.9	1 444.41	5 504.135	12.812	E1 ~ E5	较差

表 4　品比试验产量结果 AMMI 分析

变异来源	*df*	*SS*	*MS*	*F*	占总的 *SS*（%）
总变异	209	3 306 307.622 0	15 819.654		
处理	34	1 679 274.213 6	49 390.418	5.312 3**	
基因	6	627 236.807 0	104 539.468	11.244**	18.97
环境	4	554 849.861 2	138 712.465	14.919 6**	16.78
交互作用	24	497 187.545 4	20 716.148	2.228 2**	15.04
IPCA1	9	443 989.913 5	49 332.213	129.832 2**	
残差	3	1 139.907 2	379.969		
误差	175	1 627 033.408 3	9 297.334		

注：“**”表示差异显著性达 0.01 水平。

有较大的推广应用空间；苏玉 29 丰产性一般，稳产性不好；苏玉 39 丰产性与稳产性都不好，在推广应用时需慎重。综合各品种（组合）产量 AMMI 模型分析结果与高稳系数法分析结果一致。但 AMMI 模型分析能利用双标图更直观地反映各品种（组合）丰产性和稳定性差异以及各试验点对品种筛选鉴别能力的大小[11-14]。

3　讨论

从本研究分析结果可以看出，明玉 1301、苏试 51417 丰产性和稳定性综合评价很好，其中明玉 1301 表现最为突出，笔者认为可以适当进一步增加该组合试验地点，以确保试验分析结果的准确性。苏玉41稳产性很好，丰产性较好，综合

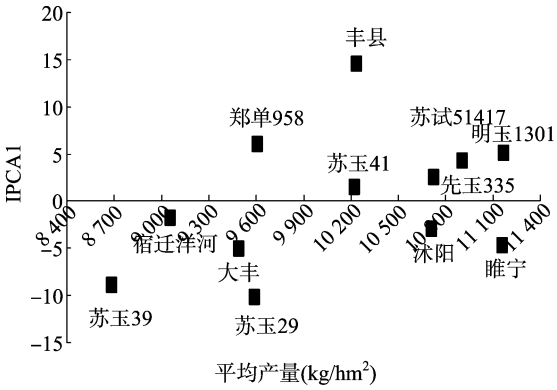


图1　品种产量 AMMI 模型双标图

评价良好,具有较大的推广应用空间。苏玉 29、苏玉 39 各试点产量不稳定,受环境影响较大,在推广应用时应选择合适的区域种植。

从本试验采用的 5 个环境试验点来看,IPCA 绝对值大小顺序为丰县 > 大丰 > 睢宁 > 沭阳 > 宿迁洋河,这说明丰县环境对品种(组合)筛选能力强。笔者认为对玉米育种目标而言,应该充分重视品种对环境的敏感性,重视基因型和环境互作。品种(组合)在不同环境条件下的稳产性更能反映该品种的抗逆性特征[15]。张世煌等认为面对不可预测的灾害性气候条件时,品种的抗性就是产量[16]。育种者在初级测配试验和中级测配试验中,试验地点应尽可能安排在对品种(组合)筛选能力强的环境下进行;高级测试环节涉及的试验点

表 5　各品种的丰产性和稳产性分析

品种	均值 (kg/hm²)	离差 (kg/hm²)	IPCA1	变异系数	丰产性	稳定性
明玉 1301	11 170.5	1 040.145	5.008 5	5.724	很好	好
苏试 51417	10 908.45	778.14	4.210 7	4.981	很好	好
先玉 335(CK2)	10 727.85	597.6	2.552 7	3.736	好	很好
苏玉 41	10 221.75	91.44	1.399 7	3.693	较好	很好
郑单 958(CK1)	9 608.55	521.76	6.003 9	9.216	一般	较好
苏玉 29	9 589.2	541.155	-10.235 6	13.32	一般	不好
苏玉 39	8 685.9	1 444.41	-8.939 9	12.812	不好	不好

应更多,这样才能对品种的风险性和丰产性作出全面而又准确的评估,毕竟品种的广适性是该品种市场开发的基础,也是决定该品种市场寿命的关键因素之一[17-18]。

本研究仅对品种(组合)产量结果进行了分析,没有对品种的抗病性和抗倒性进行系统分析,这对品种的适应性分析结果的准确性有一定的影响,在今后的同类试验时应该结合品种多年多点的抗逆性分析结果。

AMMI 模型分析方法在区域试验中应用较多[9-13],该方法能把方差分析和主成分分析结合在一起,通过 IPCA 双标图能直观明了地反映各品种(组合)的丰产性和稳产性,并且能深入了解品种与环境的互作效应、试验地点筛选鉴别能力等[8],为品种选育和推广应用提供科学有效的文献依据和理论支持。本试验应用 AMMI 模型分析品种丰稳性时,所涉及的试验点偏少,对分析结果的准确性有一定的影响,试验得出的环境鉴别筛选能力和品种的丰稳性结果虽与高稳系数法分析结果基本一致,但还需要多年多点区域试验进行验证。

参考文献:

[1]佟屏亚. 中国玉米种植区划[M]. 北京:农业科技出版社,1992:144-150.

[2]成广雷,刘春阁,柏长青,等. 中国种子科研状况、研发体系及品种贡献研究[J]. 中国种业,2011(1):11-15.

[3]蒋佰福. 玉米区试品种稳定性分析[J]. 玉米科学,1999,7(2):36-38.

[4]温振民,张永科. 用高稳系数法估算玉米杂交种高产稳产性的探讨[J]. 作物学报,1994,20(4):508-512.

[5]王　磊,杨仕华,谢芙贤,等. AMMI 模型及其在作物区试数据分析中的应用[J]. 应用基础和工程科学学报,1997,5(1):39-46.

[6]吴　禹,刘冠求,李兆波,等. 辽宁省小麦新品种丰产性和稳产性综合分析评价[J]. 辽宁农业科学,2007(3):1-4.

[7]柏章才,马亚怀,李彦丽. 2005 年国家甜菜品种区域试验适应性分析[J]. 中国糖料,2007(4):35-38.

[8]唐启义,冯明光. DPS 数据处理系统——实验设计、统计分析及模型优化[M]. 北京:科学出版社,2006.

[9]陈志雄,胡润芳,林国强. 菜用大豆新品种区域试验的 AMMI 模型分析[J]. 大豆通报,2007(1):32-33.

[10]王　磊,高　杰,渠建洲,等. 两种密度下不同玉米品种的高稳产及适应性分析[J]. 玉米科学,2016,24(2):136-141.

[11]姚　霞,李　伟,颜泽洪,等. AMMI 模型在小麦区域试验产量组成性状分析中的应用[J]. 麦类作物学报,2005,25(6):103-107.

[12]黄平俊,易建华,蒲文宣,等. 应用 AMMI 模型分析烤烟品种的产量适宜性[J]. 中国农学通报,2013,29(4):168-172.

[13]杨志平,何凤发,王季春,等. 应用 AMMI 模型评价马铃薯品种的稳定性和适应性[J]. 中国马铃薯,2006,20(1):11-15.

[14]鲁毛宁,高树仁,王　霞,等. 大庆地区玉米品种产量稳定性分析[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2015,27(3):10-13.

[15]李建刚,韩卫红,马翔龙,等. 河南省玉米区试品种产量稳定性分析[J]. 河南科技学院学报,2005,33(1):13-15.

[16]张世煌,孙世贤. 从品种试验看玉米育种面临的技术问题[J]. 作物杂志,2006(2):10-12.

[17]张世煌,胡瑞法,黄季煜,等. 玉米商业育种和制度创新[J]. 中国农业科技导报,2000,2(6):61-64.

[18]王庆红,侯秀娟,高慧霞,等. 杂交玉米商业育种有关问题探讨[J]. 种子科技,2004(4):220-223.