

优良夏玉米品种稳定性和适应性评价

杨美丽 程建梅 苏玉杰 赵树政 鹿红卫

(河南省鹤壁市农业科学院, 鹤壁 458030)

摘要:以郑单 958 为对照,对 3 个玉米新品种永优 1583、永优 1593、永优 696 在河南省 13 个试点的 2 年区试数据进行统计分析,通过 AMMI 模型与 AMMI 双标图 2 种分析方法,分析了品种和试点之间的互作效应,对参试品种的丰产性和适应性进行了综合评价。结果表明,永优 696 产量突出,适宜种植区域为南乐、汝州、新乡和长葛,但汝州的试点鉴别力较弱;永优 1593 的产量较高,最佳种植区域为鹤壁、南阳、西华、汝州和新乡;永优 1583 产量中等,在温县、滑县、长葛等多个区域适应性较好,属于广适性品种;郑单 958 稳产性较好,在郑州、西华、新乡的适应性最好。

关键词:玉米; AMMI 分析; 稳定性; 适应性

河南省是全国重要的夏玉米种植区,玉米生产对保证河南省和国家粮食安全具有十分重要的意义。河南省夏玉米区地域广阔,生长季节常遭遇高温、大风等极端气候的影响,加之夏玉米品种数量众多,品种退化严重,导致品种间产量变幅较大,因此,选育和推广丰产性和稳产性较好的夏玉米品种成为当前河南省玉米育种的重要任务^[1-2]。玉米杂交种受环境因素影响较大,玉米新组合在多环境进行评价,可以为准确评价该组合的表现积累宝贵的数据,因此在玉米品种选育过程中需要经过多年多点鉴定试验,从而确定最佳种植和推广区域。玉米子粒

产量是由多基因控制的复杂数量性状,受基因型效应(G)、环境效应(E)以及基因型与环境互作(GE)三者的共同影响,基因型与环境互作是影响品种产量稳定性问题的根源,互作效应越大,品种稳定性越差,客观、合理地进行稳定性评价是玉米新品种区域推广种植选择的重要依据^[3-4]。当前玉米品种丰产性、稳产性和适应性评价研究使用较多的是 AMMI 模型和 AMMI 双标图分析,可以更科学准确地分析多年多点鉴定试验数据,为优良品种的科学布局提供参考^[5]。本研究以郑单 958 为对照,对 3 个玉米新品种在河南省 13 个试点的 2 年区域试验数据进行统计分析,对参试品种的丰产性和适应性进行综合评价,为新品种在河南省合理布局和推广利用提

基金项目:河南省重点研发专项项目(182102110069)

通信作者:鹿红卫

湖北省玉米品种审定要求产量比对照品种增产 $\geq 2\%$,增产点比率 $\geq 50\%$,从表 5 可以看出,五谷 8170、竹单 39、成单 719、博玉 468、十九行 101、圣达 11、成单 718 和蠡单 128 比对照(宜单 629)的增产幅度都在 2% 以上,符合湖北省品种审定的产量要求。

3 结论

通过对 11 个参试品种的综合评价,得知五谷 8170 等 11 个品种生育期较短,均比对照中玉 335 (CK1)和宜单 629 (CK2)短,株高、穗位高适宜,抗病性、抗逆性强,产量较高,符合国家品种审定标准。五谷 8170、竹单 39、成单 719、博玉 468、十九行

101、圣达 11、成单 718 和蠡单 128 共 8 个品种达到湖北省品种审定标准,适宜在十堰地区推广种植。

参考文献

- [1] 杨虎,周刚,陈光勇,李文品,叶青松,张世洪,徐星华,秦光明. 十堰市 2018 年玉米新品种生产试验对比研究. 中国种业,2020(1): 45-47
- [2] 周刚,李永学,吴承国,唐余成,陈光勇,王致云,柯磊. 高产、多抗、优质玉米杂交种郑单 20 的选育及栽培技术. 安徽农业科学,2016,44(26): 34-36
- [3] 周刚,吴承国,肖能武,李永学,唐余成,陈光勇. 十堰市玉米产业发展现状与对策. 安徽农业科学,2016,44(11): 307-310

(收稿日期: 2021-03-02)

供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料 选用自主选育的玉米新品种永优 1583 (国审玉 20196219)、永优 1593 (国审玉 20196218) 和永优 696 (国审玉 20206165) 为试验材料,以郑单 958 (国审玉 20000009) 为对照,上述 4 个材料分别以 g-1~g-4 表示。

1.2 试验设计 试验地点为 13 个河南省夏玉米区试点,分别以 e-1~e-13 表示河南鹤壁、河南滑县、河南南乐、河南南阳、河南汝州、河南睢县、河南温县、河南西华、河南新乡、河南新郑、河南长葛、河南镇平、河南郑州。试验于 2017~2018 年进行,采用随机区组试验设计,行长 6m,行距 0.66m,5 行区,3 次重复,小区面积 20m²,密度为 75000 株/hm²。实收中间 3 行(面积

12m²)计产,对照品种郑单 958 成熟时进行收获。

1.3 产量测定 收获时,每个小区收获中间 3 行,称取所有果穗鲜重,计数所有收获穗数,依据平均穗重,选取有代表性的 10 个果穗进行测产,最终记录小区产量。

1.4 数据统计与分析 采用 Excel 2010 对试验数据进行初步处理分析和作图。使用 DPS 7.05 进行方差分析、品种稳定性分析及 AMMI 模型分析。

2 结果与分析

2.1 丰产性和稳定性分析 由表 1 可知,2017 年、2018 年各试点变异系数分别为 2.36%~10.01% 和 2.86%~12.13%,变异系数越小,表明试点稳定性越好。2 年间各试点变异系数差别明显,说明 2 年试验结果均可靠,效果较好。

表 1 2017~2018 年参试品种各试点产量分析

地点	2017 年		2018 年	
	小区产量(kg/12m ²)	变异系数(%)	小区产量(kg/12m ²)	变异系数(%)
e-1 (河南鹤壁)	13.85	10.01	12.48	10.68
e-2 (河南滑县)	13.09	3.29	12.97	7.46
e-3 (河南南乐)	13.52	8.62	11.62	2.86
e-4 (河南南阳)	8.34	8.91	7.70	5.06
e-5 (河南汝州)	10.03	8.47	12.46	4.28
e-6 (河南睢县)	11.72	2.36	12.69	5.67
e-7 (河南温县)	12.50	6.85	11.45	3.91
e-8 (河南西华)	11.97	5.31	10.04	7.46
e-9 (河南新乡)	7.04	7.63	11.28	10.27
e-10 (河南新郑)	9.46	5.60	9.59	12.13
e-11 (河南长葛)	8.55	5.18	9.60	8.55
e-12 (河南镇平)	12.70	5.38	12.87	4.72
e-13 (河南郑州)	14.41	6.19	12.31	4.58

丰产性参数效应值越大,品种产量越高,稳定性参数变异度越小,品种稳定性越好。由表 2 可知,2 年均永优 696 产量最高,郑单 958 产量最低;永优 1583 稳定性最差。2017 年郑单 958 稳定性最强,2018 年永优 1593 稳定性最强。

2.2 各参试品种环境与基因型互作效应分析 对参试玉米品种采用 AMMI 模型进行环境与基因型互作效应分析,由表 3 可知,2017 年品种间、试点间差异均达到了极显著水平,其中试点间的平方和占总变异平方和的 90.27%,说明试验中环境因素对产量

影响较大;联合回归、基因回归(品种)和环境回归(试点)共解释交互作用的 43.34%;PCA1 和 PCA2 共解释了互作效应的 72.59%,较好地分析了品种和试点间的互作效应。

由表 4 可知,2018 年参试玉米品种间、试点间平方和分别占总变异平方和的 3.28%、79.97%,均达到极显著水平;联合回归、基因回归(品种)和环境回归(试点)共解释交互作用的 39.01%;PCA1 和 PCA2 分别解释了互作效应的 65.80%、27.39%,且均达到极显著水平。

表2 2017-2018年参试品种丰产性、稳定性分析

年份	品种	丰产性参数		稳定性参数			适应地区	综合评价
		产量 (kg/12m ²)	效应值	方差	变异度	回归系数		
2017	g-1 (永优 1583)	11.1649	-0.1561	0.250	4.4756	0.9742	e1~e13	一般
	g-2 (永优 1593)	11.4990	0.1780	0.185	3.7428	0.9868	e1~e13	好
	g-3 (永优 696)	11.7918	0.4708	0.206	3.8479	1.0802	e1~e13	很好
	g-4 (郑单 958)	10.8282	-0.4928	0.053	2.1265	0.9588	e1~e13	较差
2018	g-1 (永优 1583)	11.3141	0.0031	0.310	4.9250	1.1189	e1~e13	好
	g-2 (永优 1593)	11.5269	0.2159	0.095	2.6711	0.8812	e1~e13	很好
	g-3 (永优 696)	11.6051	0.2941	0.118	2.9537	0.9656	e1~e13	很好
	g-4 (郑单 958)	10.7979	-0.5131	0.132	3.3654	1.0342	e1~e13	较差

表3 2017年参试玉米品种 AMMI 模型分析

项目	变异来源	自由度	平方和	占总变异平方和百分比(%)	占交互作用平方和百分比(%)	均方	F 值
方差分析	总变异	155	902.1638	—	—	5.8204	
	处理	51	859.6492	—	—	16.8559	41.2332**
	品种	3	20.3013	2.25	—	6.7671	16.5538**
	试点	12	814.3703	90.27	—	67.8642	166.0109**
	交互作用	36	24.9777	2.77	—	0.6938	1.6972*
	误差	104	42.5145	4.71	—	0.4088	
线性回归分析	联合回归	1	1.3960	—	5.59	1.3960	3.4150
	基因回归	2	0.4303	—	1.72	0.2152	0.5264
	环境回归	11	8.9988	—	36.03	0.8181	2.0012*
	残差	22	14.1524	—	1.57	0.6433	1.5736
AMMI 分析	PCA1	14	16.7356	—	67.00	1.1954	1.7462
	PCA2	12	1.3963	—	5.59	0.1164	0.1700
	残差	10	6.8457	—	0.76	0.6846	

*表示差异显著,**表示差异极显著,下同

表4 2018年参试玉米品种 AMMI 模型分析

项目	变异来源	自由度	平方和	占总变异平方和百分比(%)	占交互作用平方和百分比(%)	均方	F 值
方差分析	总变异	155	471.5512	—	—	3.0423	
	处理	51	416.1103	—	—	8.1590	15.3053**
	品种	3	15.4583	3.28	—	5.1528	9.6659**
	试点	12	377.0776	79.97	—	31.4231	58.9457**
	交互作用	36	23.5745	5.00	—	0.6548	1.2284
	误差	104	55.4409	11.76	—	0.5331	
线性回归分析	联合回归	1	0.6669	—	2.83	0.6669	1.2511
	基因回归	2	2.2186	—	9.41	1.1093	2.0809
	环境回归	11	6.3116	—	26.77	0.5738	1.0763
	残差	22	14.3774	—	3.05	0.6535	1.2259
AMMI 分析	PCA1	14	15.5131	—	65.80	1.1081	6.9119**
	PCA2	12	6.4582	—	27.39	0.5382	3.3570**
	残差	10	1.6032	—	0.34	0.1603	

2.3 品种稳定性和试点鉴别力分析 由图1和图2可以看出,在水平方向的产量高低上,试点分布位置比品种分散,说明试点变异大于品种变异,即同一品种在不同试点的产量差异较大,而同一试点的不同品种产量差异较小。IPCA1值反映的是互作效应的差异,因此在垂直方向上,品种越靠近0值线,其稳定性越好;试点离0越远,其鉴别力越大。所以2年中g-4(郑单958)的稳产性均最好;结合产量因素,g-2(永优1593)和g-3(永优696)在2年期间均表现为稳产性居中,丰产性较高。2017年的试点以e-8(河南西华)、e-13(河南郑州)、e-5(河南汝州)和e-9(河南新乡)的鉴别力较强,e-3(河南南乐)的鉴别力最弱。2018年的试点则是e-7(河南温县)、e-4(河南南阳)和e-13(河南郑州)的鉴别力较强,e-1(河南鹤壁)和e-9(河南新乡)的鉴别力较弱。

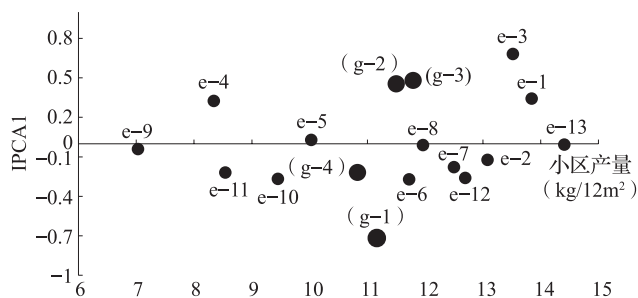


图1 2017年品种、试点分布 AMMI 双标图

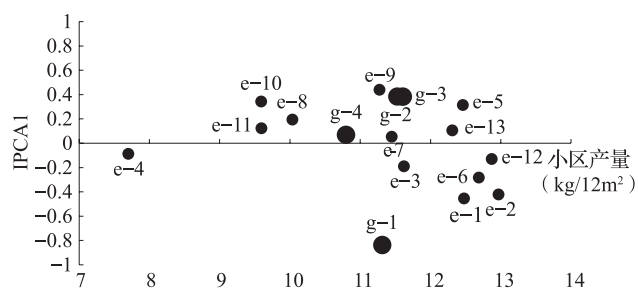


图2 2018年品种、试点分布 AMMI 双标图

2.4 品种的试点适应性分析 图3、图4分别将4个品种连接形成多边形,经过原点作出各边的垂线,从而将多边形分成几个扇区,由此可以将试点分成不同的试验环境,处于多边形顶点的品种是该试验环境中适应性最好的品种;试点离原点越远,其鉴别力越大,反之越小;同一扇区内的品种和试点解释了品种的最佳种植区域。由图3可知,2017年

的g-2(永优1593)在试点e-1(河南鹤壁)和e-4(河南南阳)适应性较好;g-3(永优696)在试点e-3(河南南乐)和e-5(河南汝州)适应性较好,但e-5(河南汝州)的试点鉴别力极弱;g-1(永优1583)与试点e-2(河南滑县)、e-7(河南温县)、e-11(河南长葛)、e-6(河南睢县)、e-10(河南新郑)、e-12(河南镇平)同属于一个扇面,g-1(永优1583)在上述试点适应性较好,其中e-2(河南滑县)、e-7(河南温县)的试点鉴别力较弱;g-4(郑单958)在试点e-13(河南郑州)、e-8(河南西华)和e-9(河南新乡)的适应性较好,但e-13(河南郑州)的试点鉴别力较小。

由图4可知,2018年g-2(永优1593)在试点e-8(河南西华)、e-5(河南汝州)和e-9(河南新乡)适应性较好;g-3(永优696)在试点e-10(河南新郑)、e-11(河南长葛)适应性好;g-1(永优1583)与试点e-4(河南南阳)、e-12(河南镇平)、e-3(河南南乐)、e-6(河南睢县)、e-2(河南滑县)、e-1(河南鹤壁)同属于一个扇面,因此其在以上区域适应性较好,其中e-4(河南南阳)、e-12(河南镇平)的试点鉴别力较差;g-4(郑单958)在e-7(河南温县)、e-13(河南郑州)适应性好,但e-7(河南温县)的试点鉴别力较差。

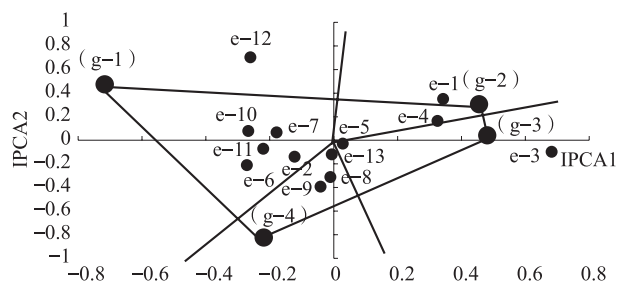


图3 2017年品种稳定性及试点鉴别力 AMMI 双标图

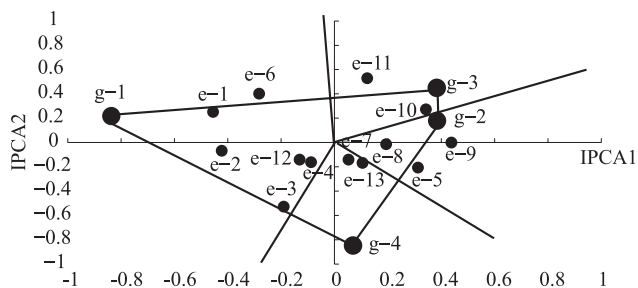


图4 2018年品种稳定性及试点鉴别力 AMMI 双标图

3 结论与讨论

在品种推广应用中,往往要考虑多年的综合表现,而不是特定某一年的表现,因为同一品种在同一地点、不同年份往往表现不同,作物育种中的多年多点试验的目的就在于客观评价新品种的丰产性和稳定性,最终为品种找到最佳种植区域^[6]。不同参试品种的试点适应性及稳定性相差较大,且不同年份差异显著。如本研究中永优 696 和永优 1593 在 2 年中产量均较高,但他们的试点适应性相对较弱;滑县、睢县和新郑这 3 个试点的稳定性在 2 年间均相差较大,造成这种差异的原因主要是品种特性和试点的气候条件。AMMI 模型分析可以将方差分析和主成分分析融为一体,能够对品种和试点互作进行显著性分析,侧重于品种稳定性分析,是分析品种、环境互作效应的有效方法^[7-8]。方差分析结果显示,2017 年、2018 年试点间平方和分别占总变异平方和的 90.27% 和 79.97%,说明参试品种对环境极为敏感,环境是引起参试品种产量差异的主要原因。通过 AMMI 模型对基因型与环境互作进行分解,2 年的主成分轴 PCA1、PCA2 合计占交互作用平方和的 72.59%、93.19%,其中 2018 年表达的基因型与环境交互作用达到差异极显著水平。AMMI 模型分析可以有效克服方差分析对于品种互作效应分析过程中存在的局限性。在多点鉴定试验中,参试品种和试点的选择要综合考虑品种和试点的代表性以及试点对品种的分辨能力^[9-10]。通过 AMMI 双标图对品种多年多点鉴定试验进行比较分析可以直观地看出参试品种的适宜种植区域,不同生态环境中,最理想的玉米品种应具有高产、稳产、适应性广等特性^[11]。本研究中永优 696 产量突出,适宜种植区域为南乐、汝州、新郑和长葛,但汝州的试点鉴别力较弱;永优 1593 的产量较高,最佳种植区域为鹤壁、南阳、西华、汝州和新乡;永优 1583 产量中等,在温县、滑县、长葛等多个区域适应性较好,说明该品种属于广适性品种;郑单 958 稳产性较好,在郑州、西华、新乡的适应性最好。

在筛选玉米品种进行大面积推广时,首先要考虑环境因素的影响,也要高度重视基因型与环境的

互作效应,选择与当地环境适应性更强的玉米新品种^[12-13]。本研究通过 AMMI 模型与 AMMI 双标图 2 种分析方法相结合,一方面分析了品种和试点之间的互作效应,明确了参试品种稳定性和各试点的分辨力;另一方面对参试品种的丰产性和适应性进行综合评价,为参试品种找到最适种植区域提供了科学依据。

参考文献

- [1] 李成焕,程相武,郑敏军,谢富欣. 河南省玉米品种利用情况及育种对策. 中国种业, 2019 (2): 26-29
- [2] 岳海旺,卜俊周,魏建伟,陈淑萍,彭海成,谢俊良,李洁,郭安强. 黄淮海北部不同熟期夏玉米品种灌浆和脱水特性研究. 西南农业学报, 2017 (12): 2659-2666
- [3] 叶美金,卜俊周,魏建伟,陈淑萍,彭海成,谢俊良,岳海旺,李海山,刘艳玉,吴小红. 河北省夏玉米品种基因型与环境互作综合分析. 玉米科学, 2020, 28 (1): 72-78
- [4] 卢秉生,杨辉,陈殿军,丰光,刘君,王亮,唐文明. 河北省春播玉米品种产量稳定性及试点辨别力综合分析. 核农学报, 2018, 32 (7): 1267-1280
- [5] 常磊,柴守玺. GGE 双标图在我国旱地春小麦稳产性分析中的应用. 中国生态农学报, 2010, 18 (5): 988-994
- [6] 魏常敏,周文伟,许卫猛,邢永锋,张传量,李桂芝,宋万友. 河南省鲜食糯玉米新品种的丰产稳产性比较及种植区域分析. 作物研究, 2020, 34 (3): 223-226
- [7] 马静,严长虹,谷增辉,王延兵. 多点鉴定试验中玉米品种稳定性和试点分辨力分析. 东北农业科学, 2019, 44 (4): 5-8, 28
- [8] 孙海艳,徐德林,蔡一林,王久光,王国强,邵荣华. 玉米穗部性状的多世代联合遗传分析. 植物遗传资源学报, 2012, 13 (6): 1005-1010
- [9] 吴雯雯,欧杨虹. 应用 AMMI 模型对玉米杂交组合多点试验的稳定性分析. 山东农业科学, 2016, 48 (4): 24-27, 33
- [10] 苏义臣,苏桂华,金明华,王秀芬,周洪亮. GGE 双标图在玉米区域试验中的应用. 东北农业科学, 2015, 40 (3): 4-7
- [11] 姚海梅,王芳,方永丰,慕平,王威,李永生,王汉宁. 甘肃省玉米区域试验品系产量稳定性及试点代表性分析. 甘肃农业大学学报, 2016, 51 (6): 17-23
- [12] 杨锦忠,郝建平,姚宏亮,姚先伶. 基于 AMMI 模型的玉米区域试验地点鉴别力的重演性研究. 玉米科学, 2011, 19 (4): 145-148
- [13] 李玉发,王佰众,张学军,刘红欣,栾天浩,窦忠玉,赵德,何中国. AMMI 模型在花生区试数据分析中的应用. 东北农业科学, 2012, 37 (6): 12-16

(收稿日期: 2021-03-10)