

云南省中低海拔地区杂交玉米新品种的丰产性、稳定性和适应性研究

马陈宇¹, 姚丝丹¹, 刘朝睿^{1,2}, 殷晓花¹, 孙璐¹, 叶芝兰^{1*}

¹大理大学农学与生物科学学院 云南大理

²云南足丰种业有限公司 云南大理

【摘要】杂交玉米新品种的丰产性、稳定性和适应性直接影响其推广前景和生产。为评价杂交玉米新品种在云南省中低海拔地区的丰产性、稳定性及适应性,本研究对7个杂交玉米新品种(足单709、足单712、旺玉106、鹏玉169、隆瑞3138、宣瑞902、宣瑞903)在云南省9个中低海拔生态区进行了区域试验,采用方差分析、变异系数分析、高稳系数分析、C.S.lin和AMMI等方法,对供试新品种的丰产性、稳定性和适应性进行了综合性分析。结果表明:宣瑞903、鹏玉169、足单712丰产性和稳产性突出,生产适应性较强,适宜推广区域广泛,为较优品种;旺玉106虽具备良好的丰产性、适应性,稳定性却有待加强。本研究明确了供试品种在云南省中低海拔地区的丰产性和稳定性,还客观地筛选出兼具丰产和稳产的优良杂交玉米新品种,为云南省高原特色农业的生态布局和品种推广奠定了理论和实践基础。

【关键词】玉米;产量;稳定性;适应性;云南省

【基金项目】云南省基础研究专项-青年项目(202201AU070003);云南省基础研究专项-面上项目(202301AT070025);大理大学博士科研启动费项目(KYBS2021068)

【收稿日期】2024年1月12日

【出刊日期】2024年3月21日

【DOI】10.12208/j.jafs.20240002

Study on the yield, stability and adaptability of new maize hybrids in middle and low altitude areas of Yunnan Province

Chenyu Ma¹, Sidan Yao¹, Chaorui Liu^{1,2}, Xiaohua Yin¹, Lu Sun¹, Zhilan Ye^{1*}

¹College of Agriculture and Biology Sciences, Dali University, Dali, Yunnan

²Yunnan Zufeng Seed Industry Co., Ltd, Dali, Yunnan

【Abstract】The yield, stability and adaptability of new maize hybrids directly affect their popularization prospect and production. To evaluate the yield stability and adaptability of seven new maize varieties(ZuDan 709, ZuDan 712, WangYu 106, PengYu 169, LongRui 3138, XuanRui 902 and XuanRui 903), regional experiments were conducted in 9 middle and low altitude ecological areas of Yunnan Province. In this study, the methods of variance analysis, coefficient of variation analysis, high stability coefficient analysis, C.S.lin and AMMI biplot were used to comprehensively analyze the yield stability and adaptability of these new varieties. The results showed: XuanRui 903, PengYu 169, ZuDan 712 were superior varieties, which had outstanding and stable yield, strong production adaptability, and were suitable for spreading widely; Although WangYu 106 has good yield and adaptability, its stability need to be strengthened. This study This study clarified the yield and stability of the tested varieties in the middle and low altitude areas of Yunnan Province, and objectively screened out excellent hybrid maize varieties with both high and stable yields, which laid a theoretical and practical foundation for the ecological layout and variety promotion of plateau agriculture in Yunnan Province.

【Keywords】Maize hybrid; Yield; Stability; Adaptability; Yunnan Province

第一作者:马陈宇,女,在读研究生,玉米遗传育种;

*通讯作者:叶芝兰,女,博士,高级实验师,玉米遗传育种、大麦逆境生理。

玉米是全球三大谷物之一, 重要饲料作物和原材料, 对国民经济发展具有巨大影响, 其总产量和种植面积均位居世界首位^[1]。因此, 选育高产玉米品种对保障粮食安全和提高人民生活水平具有重要意义^[2-3]。云南省作为西南地区玉米主产区之一, 玉米种植面积占耕地面积的 36%, 产量占粮食总产的 30%, 在不同生态区、不同年份间玉米品种的产量差异较大, 因此选育高产、稳产、适应性强的玉米品种成为首要育种任务^[4]。

不同生态区域环境差异较大, 玉米育种者很难对品种做出客观、公正且全面的评定^[3]。因此, 在品种推广前, 为了使试验结果更加科学、准确, 需要通过多点区域试验。区域实验是玉米新品种选育与推广示范前的一个重要环节, 可以分析玉米新品种在不同生态区域的表现, 及时准确地鉴定某地区新育成或引进品种的丰产性、适应性、抗逆性及品质状况^[5]。多点试验能够尽可能地对适应性、丰产性、稳定性进行一个客观评价, 以便筛选出好的地方种及广适性好的品种, 还可以为品种的布局^[6-7]提供依据。

玉米产量受多基因控制, 稳定性受到多重因素影响^[8], AMMI 模型能够结合主成分分析与方差分析, 通过双标图解释基因型与环境互作直观地表达品种的稳定性与适应性^[9-10]。在玉米区域试验中, 利用 AMMI 模型与 GGE 双标图得出龙博士 7 号稳定又高产^[11], AMMI 已经广泛地用于作物的适应性、稳定性分析^[12-14]。

本研究在区域试验的基础上, 通过方差分析法、变异系数、高稳系数、C.S.lin 和 AMMI 等分析方法,

以正大 808 作为对照, 对在云南省 9 个中低海拔地区试验种植的 7 个参试杂交玉米新品种 (足单 709、足单 712、旺玉 106、鹏玉 169、隆瑞 3138、宣瑞 902、宣瑞 903) 的丰产性、稳产性和适应性进行综合性分析。旨在筛选出优良的玉米新品种, 明确推广区域, 进一步为云南省高原特色现代农业的生态布局 and 品种推广奠定理论和实践基础。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本试验以云南省自主培育的 7 个中低海拔地区玉米新品种: 足单 709、足单 712、旺玉 106、鹏玉 169、隆瑞 3138、宣瑞 902、宣瑞 903 为试验材料 (品种详细信息见表 1), 对照品种选用正大 808。

1.2 试验地点

本试验在云南省中低海拔地区设置了 9 个试验点, 分别是: 景洪、芒市、孟连、弥勒、双江、倘甸、新平、永德、元江。

各试验区域的基本信息详见表 2。

1.3 试验设计和性状测定

试验采用随机区组设计, 各个试点 3 个重复。田间种植 5 行区设计, 小区面积 20m², 等行距种植, 株距为 0.5m, 行距为 0.8m。四周设置不少于 4 行的保护行, 栽种相应的品种。

田间管理与栽培管理与大田一致。收获期每小区取中间 3 行计产, 并从中随机选取 10 株果穗, 测定其鲜果穗重。晾晒脱粒, 测定 10 穗的干籽粒重, 以及籽粒的平均含水量, 并计算各品种的亩产量。公式如下:

其中 14% 为玉米籽粒标准含水量。

表 1 7 个玉米杂交种的详细信息

品种	代号	亲本来源 (♂ × ♀)	品种选育单位
足单 709	G1	HK48 × H707M	云南足丰种业有限公司
足单 712	G2	HK48 × HB588	云南足丰种业有限公司
旺玉 106	G3	HP18 × HP3	金鼎禾朴农业科技有限公司、临沧市种子管理站
鹏玉 169	G4	LP495 × LP3242	云南霖鹏农业科技有限公司
隆瑞 3138	G5	LR289 × CMTY301	云南明晖麒圣实业有限公司
宣瑞 902	G6	LB136 × SJ181	云南宣瑞种业有限公司
宣瑞 903	G7	LB136 × B318	云南宣瑞种业有限公司
正大 808	G8	F880 × Y708M	襄阳正大农业开发有限公司

表 2 云南省中低海拔地区 9 个试验点概况

地点	代号	经度/°	纬度/°	年均温/℃	年降雨量/mm	海拔/m
景洪	JH	100° 48'	22° 01'	21.8	780	558
芒市	MS	98° 58'	24°43'	19.8	1654	932
孟连	ML ₁	99° 55'	22° 32'	19.6	1373	1299
弥勒	ML ₂	103° 43'	24° 41'	17.3	990	1450
双江	SJ	99° 85'	23° 45'	20.2	1200	662
倘甸	TD	102° 55'	25° 46'	14.4	950	2086
新平	XP	101° 98'	24° 06'	18.1	869	2182
永德	YD	99° 25'	24° 03'	17.4	1083	1500
元江	YJ	101° 99'	23° 59'	18.2	980	1800

$$\text{小区干籽粒产量} = \text{小区鲜果穗重(kg)} \times \frac{10 \text{ 穗果穗干籽粒重}}{10 \text{ 穗果穗鲜果重}} \times \frac{1 - \text{平均含水量}}{1 - 14\%}$$

$$\text{各品种(组合)亩产量} = \frac{\text{小区干籽粒产量(kg)}}{\text{小区面积(m}^2\text{)}} \times 666.7 \text{ m}^2/\text{亩}$$

1.4 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2016 和作物品种区域试验统计分析系统“区试 99”软件进行分析。利用 Microsoft Excel 2016 对数据进行统计分析, 计算各品种的高稳系数。高稳系数计算方法参照温振民等^[15]的高稳系数(HSCi)法; 利用“区试 99”数据处理软件中品种区域试验统计分析方法, 计算各品种平均产量, 以比对照品种增产百分比, 比较品种与对照品种的产量差异显著性, 分析评价品种丰产性; 以变异系数、适应度、C.S.lin 和 AMMI 模型分析来评价品种产量稳定性、高产稳产性和品种适应性。

2 结果与分析

2.1 试验精确度分析

各试验点的小区产量误差变异系数 CV (%) 均在 11% 以下; 相对最小显著差数 (RLSD_{0.05}), 除最大值弥勒点 (18.887%) 外, 其余均小于 12%; 遗传变异系数 (GCV) 均小于 7% (表 3)。各试点选地合理, 田间操作管理规范, 观察和测量记载一致, 数据真实可靠, 试验精确度高, 结果可靠。

2.2 方差分析

通过对 9 个试点, 7 个品种的 3 次重复试验进行一年多方差分析 (表 4), 总误差变异系数为 5.509%, 小于 10%, 误差控制较好。品种, 环境, 品种与环境互作概率值都小于 0.01, 品种间, 环境

间, 品种与环境互作间差异达到极显著水平, 可进一步进行品种间的多重比较及品种稳定性分析。

2.3 参试品种的丰产性分析

不同玉米品种的丰产性不同 (表 5), 表现为: 旺玉 106 > 宣瑞 903 > 鹏玉 169 > 足单 712 > 足单 709 > 宣瑞 902 > 隆瑞 3138 > 正大 808 (CK); 不同试点的生产水平也不同, 试点芒市的平均产量 (806.11 kg/亩) 最高, 其次是双江 (777.29 kg/亩), 永德 (674.79 kg/亩), 景洪 (650.26 kg/亩)。旺玉 106 产量最高, 较对照品种极显著增产 8.4%, 丰产性最好; 其次为宣瑞 903、鹏玉 169、足单 712, 也较对照极显著增产, 表现出较好的丰产性; 足单 709、宣瑞 902、隆瑞 3138 较对照品种增产但不显著, 丰产性表现不太明显 (表 6)。

2.4 品种的稳定性与适应性分析

2.4.1 品种的变异系数、适应度和高稳系数分析
产量变异系数体现品种在各试点的产量变化幅度, 变异系数小, 同时产量又高的品种是最理想的品种。由表 7 可知, 足单 712、鹏玉 169、宣瑞 903 和旺玉 106 的产量较高, 变异系数较小, 是较为理想的品种; 高稳系数可以综合反映品种的丰产性和稳定性。旺玉 106、足单 712、宣瑞 903、鹏玉 169 的 HSC 值分别为 83.01%、80.42%、79.94%、79.92%, 均高于对照正大 808 及其他品种, 具备良好的高产稳产特性;

表 3 试验精确度分析

地点	代号	误差变异系数 CV (%)	品种比较精度 RLSD _{0.05} (%)	品种的分辨力 GCV (%)
景洪	JH	3.429	6.019	1.810
芒市	MS	3.930	6.898	4.827
孟连	ML ₁	1.984	3.482	3.634
弥勒	ML ₂	10.759	18.887	6.674
双江	SJ	3.936	6.910	2.101
倘甸	TD	6.697	11.757	4.246
新平	XP	5.695	9.997	1.361
永德	YD	6.084	10.680	3.592
元江	YJ	4.519	7.934	4.816

注: 品种的分辨力为各次试验中的品种间遗传变异系数 GCV

表 4 产量结果方差分析

变异来源	自由度	平方和	均方	F 值	P 值
品种	7	46146.37037	6592.33862	5.36376**	0.000
试点	8	1945154.96296	243144.37037	197.83068**	0.000
品种*试点	56	153765.46817	2745.81193	2.23409**	0.000
误差	126	154860.66146	1229.05287		
总变异	215	2347333.62963			

注: **表示差异极显著 (P<0.01)

表 5 不同玉米品种在不同地点的产量表现 (kg/亩)

T 品种	景洪	芒市	孟连	弥勒	双江	倘甸	新平	永德	元江	平均
足单 709	641.70	810.78	606.70	552.62	771.52	554.66	501.69	708.92	538.73	631.92
足单 712	665.09	805.04	602.25	633.37	768.19	551.33	538.36	665.77	541.51	641.21
旺玉 106	642.44	805.78	567.25	668.18	834.85	632.62	508.17	729.85	600.77	665.55
鹏玉 169	681.14	805.60	613.36	547.06	780.97	594.47	502.25	639.48	624.48	643.20
隆瑞 3138	643.55	833.19	585.03	565.21	768.00	549.84	479.10	644.11	549.84	624.21
宣瑞 902	643.92	867.08	563.18	523.91	766.71	563.73	522.62	647.25	548.18	627.40
宣瑞 903	659.48	807.26	620.03	520.03	769.48	627.62	508.17	700.59	579.10	643.53
正大 808	624.76	714.11	569.57	569.94	758.61	577.81	492.28	662.35	558.09	614.17
平均	650.26	806.11	590.92	572.54	777.29	581.51	506.58	674.79	567.59	636.40

表 6 LSD 法多重比较结果

品种	产量 (kg/亩)	较对照增产/%	0.05 显著水平	0.01 显著水平
旺玉 106	665.55	8.4	a	A
宣瑞 903	643.53	4.8	b	AB
鹏玉 169	643.20	4.7	bc	AB
足单 712	641.21	4.4	bc	AB
足单 709	631.92	2.9	bcd	BC
宣瑞 902	627.40	2.2	bcd	BC
隆瑞 3138	624.32	1.7	cd	BC
正大 808	614.17	0	d	C

注:LSD_{0.05}=18.8922, LSD_{0.01}=24.9988.

适应度代表品种在不同试验点的生产水平广适性, 比例值越大, 品种广适性越好。宣瑞 903 (77.78%)、旺玉 106 (66.67%)、鹏玉 169 (55.56%)、足单 712 (44.44%) 的适应度值均高于对照品种和其他品种, 具备良好的广适性。

综合以上试验结果, 宣瑞 903、旺玉 106、鹏玉 169、足单 712 是丰产稳产性好, 适应性强、增产潜力大的优良玉米新品种。

2.4.2 品种的 C.S.lin 分析

PGEi 反映的是各试点上该品种与最佳品种的产量变化趋势相似程度, PGEi 值越小, 品种在各试点上与最佳品种的变化趋势越一致。由表 8 可知: 旺玉 106 与最佳品种的变化趋势最为接近, 其次是隆瑞 3138、足单 712、足单 709。而隆瑞 3138 虽与最优品种变化趋势较为一致, 但产量较低, 不是较为理想的玉米品种。

Pi 值反映的是品种在各试点间的普遍适应性, Pi 值越小, 普遍适应性越好。由品种离优度分析结果 (表 8) 可知, 旺玉 106 (528.60)、足单 712 (1537.71)、鹏玉 169 (1795.83)、宣瑞 903 (1895.66) 的 Pi 值均小于对照品种和其他参试品种, 具备良好的普遍适应性。

由供试玉米新品种在各个试点与最优品种的差异分析 (表 9) 可知: 旺玉 106 比例值高达 100%, 即在各个试点与最优品种的差异均不显著, 为最优品种; 其次为宣瑞 903 (77.78%)、鹏玉 169 (77.78%) 和足单 709 (55.56%), 是较为优良的品种。

综合以上结果表明: 旺玉 106 稳定性和适应性最好, 与最优品种差异最小, 是最为理想的优良品

种; 此外, 鹏玉 169、宣瑞 903、足单 709 和足单 712 也是较为理想的玉米品种。

2.4.3 AMMI 模型分析

以供试玉米新品种的平均产量为横坐标, IPCA1 值为纵坐标得到 AMMI1 双标图 (图 1A)。垂直方向上, 品种在纵坐标上的投影越靠近原点, 其产量越稳定 (品种的稳产性); 水平方向上, 品种在横坐标上的投影越远离原点, 其丰产性越好 (品种的丰产性)。由图 1 可知, 足单 709 稳定性最好, 其次是品种隆瑞 3138、足单 712、鹏玉 169 和宣瑞 903, 旺玉 106 的稳定性最差; 各参试玉米新品种的丰产性由高到低的排序为旺玉 106、宣瑞 903、鹏玉 169、足单 712、足单 709、宣瑞 902、隆瑞 3138。以上结果表明: 足单 712、鹏玉 169、宣瑞 903 和足单 709 是丰产稳产性均较好的优良品种; 旺玉 106 的丰产性好, 但稳产性差; 隆瑞 3138 稳产性较好, 但不丰产。此外, 在 AMMI2 双标图 (图 1B) 中, 试点与原点的线段长度代表每个环境区分品种的能力 (试点的分辨力), 线段越长则试点分辨力越强。由图 2 可知: 试点弥勒分辨力最强; 其次为试点芒市、倘甸; 试点新平、双江分辨力较差。

3 讨论与结论

不同试点环境及气候因素存在差异, 对品种评价会存在一定偏差^[16]。育种者常通过多点区域试验及多种试验分析方法综合评价新品种在不同生态区域的丰产性、稳定性及适应性, 以掌握杂交玉米新品种在不同地区的表现^[17]。通过多点鉴定试验可以为特定试验点选育出特定的品种, 试点的鉴别力和代表性也影响着新品种的推广^[7,18]。

表 7 不同玉米品种的稳产性、适应性综合分析

品种	平均产量(\bar{y})	标准差 S	变异系数 CV/%	适应度/%	高稳系数 HSC/%
足单 709	631.92	107.41	17.34	33.33	77.64
足单 712	641.21	97.90	15.03	44.44	80.42
旺玉 106	665.55	104.76	16.18	66.67	83.01
鹏玉 169	643.20	103.28	15.50	55.56	79.92
隆瑞 3138	624.32	108.29	18.10	11.11	76.38
宣瑞 902	627.42	115.02	19.00	22.22	75.85
宣瑞 903	643.53	103.46	15.99	77.78	79.94
正大 808	614.17	82.57	18.19	0.00	78.69

表 8 品种与最优品种的互作 (PGEi) 及品种离优度 (Superiority-Pi) 分析

品种	自由度(DF)	PGEi	Pi
足单 709	8	4332.01	2082.38
足单 712	8	3771.39	1537.71
旺玉 106	8	2384.34	528.60
鹏玉 169	8	6923.87	1795.83
隆瑞 3138	8	2447.82	2332.32
宣瑞 902	8	7049.73	2650.79
宣瑞 903	8	7956.21	1895.66
正大 808	8	4469.99	3260.22

表 9 品种在各点与最优品种的差异分析

试点	足单 709	足单 712	旺玉 106	鹏玉 169	隆瑞 3138	宣瑞 902	宣瑞 903	正大 808
景洪	+	+	+	+	+	+	+	+
芒市	+	-	+	+	+	+	+	-
孟连	+	+	+	+	+	+	+	+
弥勒	-	+	+	-	-	-	-	-
双江	-	-	+	+	-	-	-	-
倘甸	-	-	+	+	-	-	+	+
新平	+	+	+	+	+	+	+	+
永德	+	-	+	-	-	-	+	-
元江	-	-	+	+	-	-	+	-
比例%	55.56	44.44	100.00	77.78	44.44	44.44	77.78	44.44

注: +表示差异不显著, -表示差异显著

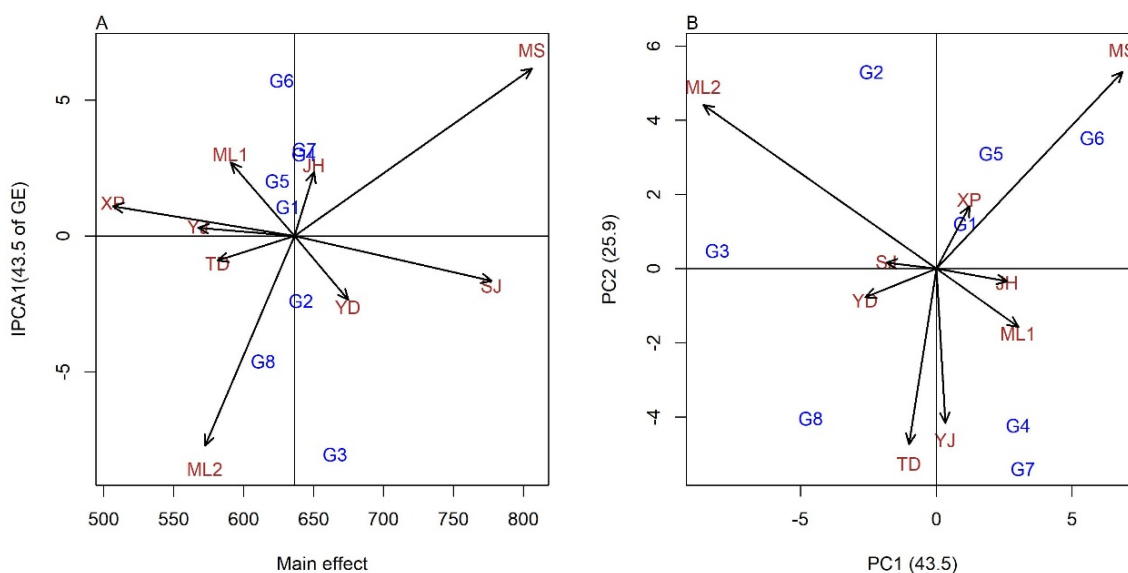


图 1 AMMI 双标图 (A) AMMI1 双标图; (B) AMMI2 双标图

注: AMMI1 双标图中, G1: 足单 709、G2: 足单 712、G3: 旺玉 106、G4: 鹏玉 169、G5: 隆瑞 3138、G6: 宣瑞 902、G7: 宣瑞 903、G8: 正大 808, JH: 景洪、MS: 芒市、ML₁: 孟连、ML₂: 弥勒、SJ: 双江、TD: 倘甸、XP: 新平、YD: 永德、YJ: 元江

对试验点进行精确度分析得出: 弥勒试点相对最小显著差数 $RLSD_{0.05}(\%)$ 及遗传变异系数 $GCV(\%)$ 均表现出较高的值, 说明该试点的试验品种的比较精度较高, 鉴别差异能力较强, 有利于充分展示品种特性, 分辨出品种的优劣, 可在该试点根据品种适应性和具体产量做进一步分析, 选出适宜本地区种植的品种。通过运用回归系数法、高稳系数法、非参数度量法综合分析了 7 个品种在 9 个地点的产量特征及适应性, 得出了不同密度下品种的高产、稳产及适应性表现不同^[19]。

试验中参试品种在不同的试点的产量也存在差异, 这是品种基因型和环境互作效应的体现。倪正斌等对江苏省耐盐水稻联合体参试品种进行的高产稳产性能分析得出: 既高产又稳产的品种较少, 丰产性很好的品种, 稳定性却一般^[20]。与旺玉 106 的表现相吻合, 即丰产性表现优秀, 但在 AMMI 模型分析中稳定性却比较差。

AMMI 模型能直观反映品种的稳定性及试点的鉴别力^[21], 但在选育、区域布局上有所欠缺^[22]。采用多种分析方法综合使用可使多环境试点数据结果更可靠、让人信服^[23]。史丽丽等得出采用多种方法交叉分析玉米新品种丰产性稳产性, 可以更好地明确品种特性, 为新品种推广提供更为准确的理论依据^[2]。试验利用方差分析、LSD 多重比较、变异系数分析、适应性分析、高稳系数法、AMMI 和 C.S.lin 等多种分析方法, 对供试云南省玉米新品种的丰产性、稳产性和适应性进行了综合分析。结果表明: 供试玉米新品种的产量均比对照品种正大 808 高; 鹏玉 169、宣瑞 903、足单 712 兼具较好的丰产性、稳定性和适应性, 是较为理想的玉米品种; 旺玉 106 丰产性表现最好, 但 AMMI 模型分析中稳定性排名较差。然而当一个品种的平均产量高于其他品种时, 即便稳定性稍差也值得考虑; 当品种的产量低时, 品种稳定性更为重要。

因此, 在评价品种时, 要结合品种的产量和稳定程度, 评价出符合实际的高产稳定品种^[24]。试验不仅明确了供试玉米品种在云南省中低海拔地区的丰产性和稳定性, 还客观地筛选出兼具丰产和稳产的优良玉米新品种(鹏玉 169、宣瑞 903、足单 712), 为云南省高原特色农业的生态布局和品种推广奠定了理论和实践基础。

参考文献

- [1] 李新河, 黄宁. 西南地区玉米产业现状与发展建议[J]. 农业研究与应用, 2020, 33(3): 60-64.
- [2] 史丽丽, 焦宏业, 史明山等. 玉米新品种邯东 599 丰产稳产性分析[J]. 河北农业科学, 2016, 20(1): 76-79.
- [3] 毛文博, 苏成付, 毛瑞喜等. 山东省玉米品种区域试验基因型与环境互作效应分析[J]. 青岛农业大学学报(自然科学版), 2020, 37(4): 241-249.
- [4] 张召星, 肖春华, 邹楠等. 玉米品种高产稳产的综合评价研究[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2017, 35(4): 425-430.
- [5] 宋军, 余桂容, 杜文平等. 几种分析方法在玉米丰产与稳产性分析中的应用[J]. 作物杂志, 2010, 15(2): 69-71.
- [6] 马静, 严长虹, 谷增辉等. 多点鉴定试验中玉米品种稳定性和试点分辨力分析[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 5-8+28.
- [7] 蔺青. 多点鉴定试验中耐密型玉米品种稳定性与适应性分析[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2022, 53(5): 693-698.
- [8] 魏常敏, 宋万友, 周文伟等. 多点试验中糯玉米新品种稳定性和试点辨别力分析[J]. 热带农业科学, 2020, 40(9): 45-49.
- [9] 朱艳彬, 樊晓琴, 吉闻天等. 基于 AMMI 模型和 GGE 双标图的西北春玉米品种区域试验综合评价[J]. 中国农业大学学报, 2023, 28(12): 15-24.
- [10] 李辛村, 张恩和, 董孔军等. 用 AMMI 双标图分析糜子品种的产量稳定性及试点代表性[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(4): 422-426.
- [11] 李伟绮, 支小刚, 赵建华等. 基于 AMMI 模型和 GGE 双标图的玉米区域试验分析[J]. 寒旱农业科学, 2023, 2(7): 607-610.
- [12] 赵长延, 段维, 朱志锋, 等. 基于 AMMI 模型和 GGE 双标图对油用向日葵多点试验稳定性和适应性分析[J]. 干旱区资源与环境, 2023, 37(11): 123-131.
- [13] 刘志芳, 王广才, 刘兵兵等. 基于 AMMI 模型和 GGE 双标图的河北省冬小麦品系稳定性及适应性分析[J]. 东北农业科学, 2023, 48(3): 26-32.

- [14] 彭靖涵,程明军,董志晓等.12 个饲用燕麦品种在四川的适应性评价分析[J].草地学报,2023,31(7):2128-2136.
- [15] 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.
- [16] 魏常敏,周文伟,许卫猛等.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[J].作物研究,2020,34(3): 223-226.
- [17] 谢德庆,闫殿海.作物区域试验中对品种评价方法的探讨[J].青海农林科技,2006,11(2):4-7.
- [18] 张海娟,王化俊,马小乐等.基于 GGE 双标图的北方大麦区试品种稳产性及试点代表性评价[J].麦类作物学报,2015, 35(9):1250-1256.
- [19] 王磊,高杰,渠建洲等.两种密度下不同玉米品种的高产稳产及适应性分析[J].玉米科学,2016,24(2):136-141.
- [20] 倪正斌,孙红芹,万林生等.14 个耐盐水稻品种在江苏沿海滩涂地区丰产稳产性比较[J].大麦与谷类科学,2019, 36(6):22-25+33.
- [21] 郑飞,陈静,崔亚坤等.淮北不同生态区丰产稳产宜机收玉米新品种筛选[J].作物杂志,2023,(4):110-117.
- [22] 钱双宏,蔡世昆,朱汉勇等.不同玉米品种(系)在云南省不同生态区丰产、稳产及适应性分析[J].中国农学通报,2023, 39(9):7-15.
- [23] 杨明羨.关中灌区玉米高产高效品种的筛选[D].西北农林科技大学,2021.
- [24] 杜玉堂.陕单 650 玉米品种适应性分析[C].西北农林科技大学,2018.

版权声明: ©2024 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS