



周长军. 黑龙江省联合体试验玉米新品种综合性状评价及与环境互作的分析[J]. 黑龙江农业科学, 2021(11):1-6,7.

黑龙江省联合体试验玉米新品种综合性状评价及与环境互作的分析

周长军

(黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

摘要:为了探究联合体试验玉米新品种性状在不同分析模型下的表现规律,并作出客观合理的综合性评价,本文采用 AMMI 模型、灰色关联度及主成分分析法对 15 个玉米品种(系)的 14 个性状进行综合分析。结果表明:玉米产量基因型与环境互作主成分 IPCA1、IPCA2、IPCA3 累计占比 90.49% 的互作效应,说明 AMMI 模型比较透彻地分析了基因型与环境互作信息;在品种稳定性 D_i 及试点鉴别力参数 D_j 分析中,品种 G1、G3 属于高产稳产型品种,G15 为低产稳产品种,试点 E2、E1、E5 对品种的分辨力较强;通过品种 \times 地点互作两项表中得出品种 G1、G3、G15 适应性及稳定性好。综上,结合品种田间产量表现及差异显著性,AMMI 分析科学反映加性遗传模型的交互效应,灰色关联度及主成分分析品种多性状比较的优势分析认为,灰色综合评判值 G_i 分别为 0.757 4 和 0.716 0,主成分综合得分为 0.62 和 0.58 的品种 G1、G3,综合性状良好具有可靠的高产、稳定及适应性。G15 在各分析方法中排名较低,表示其综合性状差,为低产稳产品种。

关键词:AMMI 模型;灰色关联度;稳定性;鉴别力;主成分分析

玉米联合体试验是综合评价玉米新品种优劣必不可少的步骤,但试验结果是否准确,评价方法是否合理,能否真实客观地反映品种的真实特性,因此客观公正地分析联合体试验,科学合理地评价参试品种的综合生产力和适应区域,对保持联合体试验的稳定性和可行性均有重要意义^[1]。玉米的产量性状是由基因和环境因素共同影响的数量性状,并且性状间既互相联系又相互制约,某一性状的改变会导致其他性状发生改变^[2-4]。而目前国内对农作物品种评价,主要是对区域试验品种产量性状进行方差分析和新复极差分析,分析方法繁琐且存在片面性,而且忽视其他性状的重要性^[5-6],在实际应用中除产量外,生育期、抗病性、品质等因素也是限制品种推广的重要因素。因此用适当的分析方法对品种的主要性状及产量作出科学的综合评价是有必要的,也是育种者普遍关注的问题。

对于多指标评价体系,指标之间无法统一比较,且可能互相矛盾,这为作物品种的综合评价带

来困难,如何找到一种对作物高效的评价方法就显得尤为重要^[7]。有很多国内外学者利用多种生物统计模型^[8-9]来研究作物基因型与环境互作效应,揭示其数量性状分世代遗传的稳定机制。AMMI(Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Model)模型就是其中之一,该模型把方差分析与主成分分析相结合,利用交互特点分析品种的稳定性、适应性^[10]。作物主成分分析是采取降维的方法,找出几个综合因子来代替原来彼此存在一定相关性的众多因子,而这些综合因子尽可能地反映原来变量的信息量,而且彼此之间不相关,从而达到简化分析作物综合性状优劣的目的。而灰色关联度法(Gray correlation analysis)是灰色系统中一个对发展变化系统进行发展态势量化比较的方法,该方法对作物丰产、稳产、优质、高效的综合性比较,解决了玉米品种多性状间的不同评价度问题,各性状统一度量,克服了评价的片面性,能够客观真实地反映玉米品种的优劣,在农作物评价方面被科研工作者广泛应用于评价甘蔗、玉米、花生、大豆、小麦、棉花等农作物新品种中,并取得了良好的效果^[11-15],为作物新品种综合性状评价提供了新的途径。

鉴于此本文以 2019 年黑龙江省联合体试验 15 个玉米新品种(系)为研究对象,调查 14 个产

收稿日期:2021-07-15

基金项目:黑龙江省现代农业产业技术协同创新推广体系;黑龙江省农业科学院 2021 年度科技攻关项目(2021YYF047)。

作者简介:周长军(1977—),男,硕士,副研究员,从事作物育种研究。E-mail:andazhouchangjun@163.com。

量相关性状的生育期动态变化特征,结合田间产量表现及差异显著性、AMMI 模型、灰色关联度及主成分分析玉米品种数量性状的稳定遗传规律,并对其综合分析评价、优劣排序,旨在给联合体玉米新品种提供更加客观、合理的综合评价。

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米品种来源于 2019 年黑龙江省东华北中熟春玉米联合体区试的参试组合,分别为 SD25(G1)、HNY2(G2)、LD162(G3)、SD28(G4)、LKY222(G5)、SY57(G7)、SD29(G8)、ZL106(G9)、PY18(G10)、QH202(G11)、ND39(G12)、ZLY529(G13)、LD202(G14)、HNY8(G15)及对照品种 DMY3 号(G6)。试验地点在富锦市(E1)、牡丹江市(E2)、鸡东县(E3)、延寿县(E4)、佳木斯(E5)、桦南县(E6)、宝清县(E7)、尚志市(E8)进行。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验采取随机区组设计,3 次重复,小区面积 20 m²,5 行区,行长 6 m,行距 0.67 m,株距 22.5 cm,为确保出苗,播种时每穴 3 粒,保苗密度 67 500 株·hm⁻²,四周设 4 行保护行。

1.2.2 调查项目及方法 试验调查参照《玉米种质资源描述规范和数据标准》^[16]:在玉米植株生长期,分别适时在田间调查记载生育期、株高、穗位高、大斑病、茎腐病,在玉米植株成熟后每小区取连续 10 个正常生长果穗,对活动积温(≥10℃)、穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率等性状考种并记录,收获时,收取中间 3 行,按照水分含量(14%)折算小区产量。在这些调查性状中穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、出籽率为产量构成性状,株高、穗位高为植物学性状,大斑病、茎腐病为抗病性状。试验中所考察的这些农艺性状,对玉米的主要性状具有较高的代表性,这些考察的指标能够代表玉米群体的综合表现,对其有较强整体评价效果。

1.2.3 数据分析 利用 DPS(Data Processing System)7.05 软件进行 AMMI 模型分析,Excel 2007 对原始数据进行处理,计算灰色关联度法及

主成分分析对玉米综合性状的评价数据,具体分析步骤详见参考文献[5]和[17]。

2 结果与分析

2.1 玉米产量方差分析

由表 1 中 AMMI 模型对玉米产量分析结果可知,参试玉米产量的基因型、环境、基因型与环境互作差异都达到极显著水平,3 种效应的平方和分别占总平方和的 6.28%、77.51% 和 16.21%,表明引起品种间产量差异的主要原因是环境因素,品种与试点的互作效应明显,说明参试品种对各试验地点敏感,因此对基因型与环境互作有必要进一步分析;从回归分析可以看出,联合回归、基因回归、环境回归三者合计占交互作用的 44.32%,残差占比 55.68%,且达到极显著水平,说明回归分析不能很好地解释基因型与环境互作;玉米产量前 3 个交互作用主成分(IPCA)差异也达到显著水平,玉米产量交互作用主成分 IP-CA1、IPCA2、IPCA3 分别解释了互作平方和的 49.45%、30.41%、10.63%,累计占比 90.49%的互作效应,残差仅占比 9.51%,这可以充分说明 AMMI 模型相较于方差分析及回归分析比较透彻地分析了基因型与环境互作信息。

2.2 品种稳定性及试点鉴别力参数分析

表 2 给出了品种稳定性及试点鉴别力参数,其中品种稳定性 D_i值越小表明品种稳定性越好,试点鉴别力参数 D_j越大表明试点鉴别力越高^[17],在品种产量稳定性分析中,稳定性顺序为 G9>G1>G6>G3>G15>G5>G2>G12>G8>G10>G7>G13>G14>G4>G11,从数据分析中可以看出品种 G9、G1、G6(CK)、G3 表现较为稳定,G14、G4、G11 稳定性较差。结合玉米产量性状表现可知,品种 G1、G3 属于高产稳产型品种,G2、G4 属于高产不稳产品种,G15 属于低产稳产品种,G11、G14 属于低产不稳产品种,G6(CK)属于产量一般稳定性较好的品种,在联合体试验中非常适合作为对照品种。

试点鉴别力基于 IP-CA1~IP-CA3 的分辨力参数 D_j由大到小依次为:E2>E1>E5>E8>E6>E4>E7>E3。说明试点 E2、E1、E5 对品种的分辨力较强,试点 E8、E6 对品种的分辨力一般,试点 E4、E7、E3 对品种的分辨力较差。

表 1 AMMI 模型分析结果

变异来源	DF	SS	MS	占总平方和百分比/%	占交互作用百分比/%	F
总变异	359	1303.592	3.631			
处理	119	1280.097	10.757			109.883**
基因型	14	80.442	5.746	6.28		58.693**
环境	7	992.263	141.752	77.51		1447.979**
交互作用	98	207.392	2.116	16.21		21.617**
误差	240	23.495	0.098			
联合回归	1	14.484	14.484		6.98	147.956**
基因回归	13	28.716	2.209		13.85	22.564**
环境回归	6	48.721	8.120		23.49	82.947**
残差	78	115.471	1.480		55.68	15.122**
IPCA1	20	102.551	5.128		49.45	11.441**
IPCA2	18	63.074	3.504		30.41	7.819**
IPCA3	16	22.048	1.378		10.63	3.075**
残差	44	19.720	0.448		9.51	

注:**代表差异显著性($P\leqslant 0.05$)。

表 2 品种稳定性和试点鉴别力参数

代号	品种	IPCA1	IPCA2	IPCA3	D _i	位次	代号	试点	IPCA1	IPCA2	IPCA3	D _j	位次
G1	SD25	0.0626	0.0340	-0.2355	0.2460	2	E1	富锦市	1.2463	-0.7114	-0.0245	1.4352	2
G2	HNY2	-0.0756	-0.4394	-0.2435	0.5080	7	E2	牡丹江	-1.4823	0.0803	0.2166	1.5002	1
G3	LD162	-0.2341	-0.0302	-0.2034	0.3116	4	E3	鸡东县	0.2761	0.0564	-0.2305	0.3461	8
G4	SD28	-1.1145	0.6210	-0.0423	1.2765	14	E4	延寿县	-0.3370	-0.4056	-0.0827	0.5338	6
G5	LKY222	-0.0612	0.2583	-0.2809	0.3865	6	E5	佳木斯	0.7176	1.1300	0.5130	1.4335	3
G6	DMY696	-0.1361	-0.2594	-0.1006	0.3097	3	E6	宝清县	0.0266	0.4521	-0.6074	0.7576	5
G7	SY57	-0.3357	-0.6026	-0.2517	0.7342	11	E7	桦南县	-0.3448	0.1284	-0.2367	0.4375	7
G8	SD29	0.4285	0.2731	0.0683	0.5130	9	E8	尚志市	-0.1024	-0.7301	0.4521	0.8648	4
G9	ZL106	-0.0762	-0.0769	-0.1608	0.1938	1							
G10	PY18	0.6878	-0.1712	0.1169	0.7184	10							
G11	QH202	-1.1194	-0.2913	0.6795	1.3415	15							
G12	ND39	0.4183	-0.2893	0.0098	0.5087	8							
G13	ZLY529	0.9003	-0.3505	0.3825	1.0391	12							
G14	LD202	0.4455	1.0834	0.0910	1.1749	13							
G15	HNY8	0.2101	0.2410	0.1708	0.3625	5							

2.3 品种适应性分析

品种与环境的互作效应是所有显著的 IPCA 值得出的互作信息,是确定优良品种适应区域的重要科学依据^[18]。由表 3 品种与地点交互效应分析可知,试点与品种交互作用越大,说明品种在其试点越适宜,试点 E1 最适宜种植的品种为 G13 和 G12,最不适宜种植 G4 和 G11;试点 E2 最适宜种植的品种为 G11 和 G4,最不适宜种植 G4 和 G11;试点 E3、E4 和 E7 对于大多数品种都很适宜种植,只有 G11 不适宜在 E3 种植,G14 不

适宜在 E4 种植,G13 不适宜在 E7 种植;试点 E5 最适宜种植的品种为 G13 和 G14,最不适宜种植 G7 和 G2;试点 E6 最适宜种植的品种为 G1 和 G5,最不适宜种植 G11;试点 E8 最适宜种植的品种为 G11。由此可以看出品种 G1、G3 和 G15 与所有试点互作平均,说明其适应性及稳定性好,品种 G11 在 E2 和 E8 互作效应最大,在 E3 和 E6 互作效应最小,说明 G11 稳产性差,在试点 E2 和 E8 表现好,但不能在 E3 和 E6 种植。

表 3 品种×地点互作效应

品种	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15
E1	0.190	0.323	-0.196	-2.154	-0.339	-0.098	0.172	0.562	-0.087	0.717	-1.113	0.967	1.015	-0.039	0.080
E2	-0.237	-0.108	0.117	1.456	-0.319	-0.132	0.238	-0.442	-0.221	-1.034	2.599	-0.567	-1.019	-0.343	0.013
E3	0.172	0.368	0.023	0.335	0.340	0.227	0.270	-0.197	0.072	-0.078	-1.622	-0.204	0.286	-0.180	0.189
E4	0.066	0.268	0.080	0.655	0.413	0.074	0.251	-0.163	0.296	-0.031	-0.058	-0.597	0.260	-1.183	-0.331
E5	-0.621	-1.298	-0.820	-0.178	-0.536	-0.716	-1.716	0.864	-0.588	0.680	0.892	-0.064	1.457	1.744	0.900
E6	1.132	0.691	0.873	0.191	1.263	-0.010	0.480	-0.353	0.528	-0.021	-2.358	-0.308	-1.690	0.266	-0.684
E7	-0.068	0.131	0.323	0.201	0.080	0.637	0.583	0.123	0.335	-0.941	-0.528	0.576	-1.357	0.213	-0.308
E8	-0.633	-0.374	-0.399	-0.507	-0.902	0.019	-0.278	-0.395	-0.336	0.708	2.187	0.198	1.048	-0.478	0.141

2.4 灰色关联度与主成分分析品种综合性状

2.4.1 各性状权重排名与主成分分析球形度检验 各性状权重是根据各品种的实际表现并依据灰色决策系统原理计算得出,避免了人为确定权重系数的主观性和片面性^[5]。品种(系)各性状的权重(表 4)大小顺序为:穗位>株高>积温>生育期>出籽率>穗粗>茎腐病>均产>穗长>百粒重>穗行数>行粒数>大斑病>秃尖长。

主成分分析需对试验数据进行 Bartlett 球形度检验,结果显示卡方值为 175.453,显著水平 $P=0.0001<0.05$,说明可以进行主成分分析。提取特征值大于 1 的前 5 个主成分,合计累计贡献率为 85.26%。

表 4 品种各性状权重表

关联度	权重	排名
生育期	0.0744	4
积温	0.0774	3
株高	0.0804	2
穗位	0.0822	1
大斑病	0.0625	13
茎腐病	0.0727	7
穗长	0.0707	9
穗粗	0.0734	6
秃尖长	0.0613	14
穗行数	0.0658	11
行粒数	0.0651	12
百粒重	0.0681	10
出籽率	0.0735	5
均产	0.0725	8

2.4.2 综合分析排名 灰色关联度分析法根据郭瑞林^[19]的灰色系统理论,把 15 个品种看作一

个灰色系统,每个品种为该系统中的一个因素,根据育种目标和生产实际,运用灰色系统分析法计算各品种的灰色综合评判值 G_i ,并根据 G_i 值大小对各品种综合性状进行排名, G_i 值大则说明品种综合性状优良, G_i 值小则品种综合表现差。主成分分析是根据各玉米品种的综合得分显示出品种综合性状的好坏,得分值越高,品种综合表现越好,得分值越低,品种综合表现越差^[20]。

灰色关联度及主成分分析对 15 个品种的 14 个性状分析结果,因统计方法不同而存在差异(表 5),灰色关联度分析各品种综合得分依次为 G1、G3、G2、G6、G11、G9、G4、G8、G5、G7、G14、G10、G13、G12、G15,主成分分析中各品种综合性状优劣排位依次为 G2、G4、G1、G3、G8、G6、G11、G9、G7、G5、G14、G10、G13、G15、G12,两种方法分析品种综合性状优劣进行排序略有差异,但整体上差异不大,其中差异较大的为品种 G4 在主成分分析中排名第 2 位,在灰色关联度分析中排名第 7 位,其他品种排名变化在 1~3 位之间,结合品种田间产量表现及差异显著性,AMMI 分析科学反映加性遗传模型的交互效应,灰色关联度及主成分分析品种多性状比较的优势分析认为,在 AMMI 分析中高产稳产型品种为 G1 和 G3,其灰色综合评判值 G_i 分别为 0.7574 和 0.7160,在所有品种中排名第 1、2 位,主成分综合得分为 0.62、0.58,分列第 3、4 位,由此可以看出品种 G1 和 G3 综合性状良好具有可靠的高产及稳定性。G15 在产量及各分析方法中排名较低,表示其综合性状差,属于低产稳产品种,品种 G6(CK)属于产量一般稳定性较好的品种。

表 5 不同方法分析品种性状综合排名

代号	品种	产量表现		F 值表现		G _i 表现	
		小区均产/(kg•12 m ⁻²)	位次	F _综	位次	G _i	位次
G1	SD25	12.627 aA	1	0.62	3	0.7574	1
G2	HNY2	12.567 abAB	2	1.70	1	0.6966	3
G3	LD162	12.492 abcABC	3	0.58	4	0.7160	2
G4	SD28	12.400 bcdABC	4	1.41	2	0.5989	7
G5	LKY222	12.395 bcdABC	5	−0.22	10	0.5752	9
G6	XY696	12.378 cdBC	6	0.26	6	0.6712	4
G7	SY57	12.272 dCD	7	−0.02	9	0.5704	10
G8	SD29	12.052 eD	8	0.51	5	0.5905	8
G9	ZL106	11.730 fE	9	0.01	8	0.6247	6
G10	PY18	11.616 fgEF	10	−0.54	12	0.5205	12
G11	QH202	11.607 fgEFG	11	0.02	7	0.6512	5
G12	ND39	11.496 ghEFGH	12	−1.93	15	0.4603	14
G13	ZLY529	11.429 hiFGH	13	−0.85	13	0.5109	13
G14	LD202	11.372 hiGH	14	−0.36	11	0.5555	11
G15	HNY8	11.283 iH	15	−1.19	14	0.4225	15

注:不同大小写字母表示差异显著性($P\leqslant 0.01$ 或 $P\leqslant 0.05$)。

3 讨论与结论

作物品种联合体试验是在一定生态区范围内,选择有代表性的多个试点同时实施同一试验,鉴定参试品种的适宜推广区域,并评价其稳产性及其他综合性状,为新品种审定推广提供依据^[21-23]。目前在作物区域试验关于品种分析与评价有多种模型,但由于品种产量及其他性状和环境互作的复杂性,相对而言 AMMI 模型分析品种产量及其与环境互作有较广泛的适用性,因此 AMMI 模型分析品种产量对品种的合理布局,试点的正确选择具有很高的参考价值^[24-25]。而灰色关联度法与主成分分析能够对玉米品种各性状综合分析,充分衡量玉米丰产、稳产、优质、高效等特点,客观、真实、可靠评判玉米品种的优劣。与 AMMI 模型联合分析参试玉米新品种,既可以通过分析品种与试点互作,得出品种的稳定性与适应性,又能对玉米各性状综合分析评价优劣,对分析联合体玉米新品种能够提供有效的科学依据。

本研究结合 3 种方法综合分析 2019 年黑龙江省联合体玉米品种试验结果认为,玉米品种 SD25(G1)、LD162(G3)在不同分析方法下都有较好的适应性及稳定性,且与田间生产试验产量比较有相同的变化趋势。在灰色关联度法与主成分分析中品种 QH202(G11)的综合排名由产量排名的第 11 位,上升至灰色关联度法的第 5 位,主成分分析综合得分的第 7 位,排位变化较大是因为 QH202 除平均产量较低外,其他综合性状表现优良,再结合品种适应区域分析,品种 QH202 与试点牡丹江(E2)、尚志(E8)的互作效应最大,与鸡东(E3)、宝清(E6)互作效应最小,表示 QH202 稳产性差,但在试点牡丹江、尚志具有良好的适应性与丰产性,在鸡东、宝清种植则产量较差,因此说明品种 QH202 具有特殊的适应区域。品种 LKY222(G5)在产量排名第 5 位,在比较分析品种综合性状的灰色关联度法与主成分分析中分别下降至第 9 位和第 10 位,影响排位下降

的原因是由于 LKY222 穗位较高、抗病差、百粒重低。因此可以看出分析品种产量数据的同时关注品种的综合性状,是判定品种优劣的重要手段。对于品种在实际种植过程中,应充分考虑品种的综合性状及其特殊适应性,因地制宜,选择适应特定生态区域的品种和综合表现优良的丰产稳定型品种。

综上所述,通过不同分析方法结合对玉米试验数据进行分析得出,品种 SD25(G1)、LD162(G3)综合性状良好具有可靠的高产、稳定及适应性,HNY18(G15)在各分析方法及产量排名较低,表示其综合性状差,为低产稳产品种,品种 DMY3 号(CK)属于产量一般稳定性较好的品种,试点牡丹江(E2)、富锦(E1)、佳木斯(E5)对品种的分辨力较强。同时应注意 1 年多点试验,由于不同年份间环境条件变化存在偶然性,势必会造成作物生长发育的差异,因此在今后分析玉米试验数据时可结合多年多点试验减少误差进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 孟静娇,李琰聪,赵毕昆,等.云南保山玉米品种联合体区域试验结果综合分析[J].南方农业学报,2017,48(10):1776-1781.
- [2] 桑志勤,陈树宾,张占琴,等.新疆中熟玉米区试品种产量和产量构成因素的分析[J].农业科技通讯,2018(1):52-56.
- [3] 鲁珊,毛彩云,陆建章,等.玉米杂交种主要农艺性状的相关和通径分析[J].天津农业科学,2018,24(5):55-57.
- [4] ZHOU Z Q,ZHUANG C S,LU X H,et al. Dissecting the genetic basis underlying can binning ability of plant height related traits in maize[J]. Frontiers in Plant Science,2018,9:1117.
- [5] 咎凯,周青,张志民,等.灰色关联度和 DTOPSIS 法综合分析河南区域试验中大豆新品种(系)的农艺性状表现[J].大豆科学 2018,37(5):664-671.
- [6] 吴玥,李威,马德志,等.基于熵值赋权的 DTOPSIS 法对不同玉米品种综合评价研究[J].玉米科学,2019,27(4):32-41.
- [7] 姚兴涛.农村经济发展综合评价方法研究[J].河南农业大学学报,1993(4):327-333.
- [8] 陈勇生,邓海华,刘福业,等.对应用几种统计模型评价甘蔗品种稳定性的初步比较[J].生物数学学报,2012,27(1):

168-174.

- [9] CHAMEKH Z,KARMOUS C,AYADI S,et al. Stability analysis of yield component traits in 25 durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under contrasting irrigation water salinity [J]. Agricultural Water Management,2015,152:1-6.
- [10] 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.
- [11] 刘忠祥,寇思荣,何海军,等.玉米杂交组合产量与农艺性状的灰色关联度分析[J].湖南农业科学,2011(17):5-8.
- [12] 刘明,卜伟召,杨文钰,等.山东间作大豆产量与主要农艺性状关联分析[J].中国油料作物学报,2018,40(3):344-351.
- [13] 谢业涛,夏绍南,吴爱民,等.棉花核不育系 8 个组合主要性状的灰色关联度分析[J].棉花科学,2017,39(5):27-30.
- [14] 陈慧,王冀川.基于灰色关联度及 DTOPSIS 法的南疆冬小麦品种的综合评判[J].江苏农业科学,2019,47(10):102-108.
- [15] 牛海龙,刘红欣,李伟堂,等.灰色关联度分析法在花生品种综合评价上的应用[J].东北农业科学,2017,42(5):20-24.
- [16] 石云素.玉米种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006.
- [17] 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及适应性[J].中国马铃薯,2006(1):11-15.
- [18] 郑伟. SHMM 模型在大豆品种区域试验中的应用[J].中国农学通报,2007(7):207-210.
- [19] 郭瑞林.作物灰色育种学[M].北京:中国农业科技出版社,1995:154-160.
- [20] 韩秉进,潘相文,金剑,等.大豆农艺及产量性状的主成分分析[J].大豆科学,2008,27(1):67-73.
- [21] 李卫华.烟草品种区域试验管理系统开发[D].中国农业科学院,2012.
- [22] 吴存祥,李继存,沙爱华,等.国家大豆品种区域试验对照品种的生育期组归属[J].作物学报,2012,38(11):1977-1987.
- [23] 盖钧镒,刘康,赵晋铭.中国作物种业科学技术发展的评述[J].中国农业科学,2015,48(17):3303-3315.
- [24] 王春平,吕静霞,王黎明,等.几种模型在玉米区域试验的适用性与品种评价中的差异研究[J].中国农学通报,2012,28(33):35-39.
- [25] 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.



王振,邓杰,高树仁,等.老化处理对不同活力玉米种子生理特性的影响[J].黑龙江农业科学,2021(11):7-12.

老化处理对不同活力玉米种子生理特性的影响

王振¹,邓杰²,高树仁²,樊景胜¹,连永利¹,曲忠诚¹,徐婷¹,赵佰仁¹

(1.黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院,黑龙江齐齐哈尔161000;2.黑龙江八一农垦大学农学院,黑龙江大庆163319)

摘要:为研究老化种子中生理指标与种子活力的相关性,本研究采用高温高湿人工加速老化的方法处理3份不同活力玉米杂交种,测定在不同老化处理下种子的吸水特性、种子外渗物质、ROS、重要酶类及调节物质等生理生化指标的变化。结果表明:随着老化程度加深,种子的吸水能力在吸胀12~24 h受抑制逐渐明显。活力强的种子氨基酸外渗量低,•OH清除速率和H₂O₂含量随老化时间延长呈下降趋势,不同活力种子间差异不显著。随老化时间延长,种胚内的可溶性糖、Pro含量、DHA活性及POD活性出现不同程度下降,活力强的种子仍能保持较高调节物质含量及酶活性。DHA活性、POD活性及Pro含量与种子活力显著相关,说明可通过测定这些生理指标判定种子的活力水平及耐贮性。

关键词:玉米种子;老化处理;种子吸水特性;生理特性;氨基酸外渗物;酶和调节物质

玉米(*Zea mays* L.)是我国种植面积最大的粮食作物,其产量约占全球玉米总产量的四分之一

—^[1]。随着国家政策的引导和市场供需关系的调整,我国玉米种业市场发展迅速,全球很多玉米种业巨头相继在中国设立分支机构,外资企业对中国玉米种业市场的冲击,导致国内玉米种子产能过剩,库存积压^[2],从而产生种子的老化问题。种子老化(Seed aging)是指种子随贮藏时间延长或贮藏条件不当,活力降低的一个过程。老化后表现为种子内外变色、发芽迟缓及发芽率下降,还会影响植物生长发育,最终影响产量和品质^[3]。老

收稿日期:2021-06-20

基金项目:黑龙江省农业科学院“农业科技创新跨越工程”专项(HNK2019CX12-17);黑龙江省应用技术与开发计划(GA20B102-06);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2020032);黑龙江省农垦总局重点科研计划项目(HKKY190102-02)。

第一作者:王振(1988—),男,硕士,研究实习员,从事玉米育种工作研究。E-mail:wz63348132@163.com。

Comprehensive Traits Evaluation and Analysis of Interaction with Environment of the New Maize Varieties Consortium Test in Heilongjiang Province

ZHOU Chang-jun

(Daqing Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China)

Abstract: In order to explore the performance rules of the new maize varieties traits in different analysis models, and make objective and reasonable comprehensive evaluation, this paper used AMMI model, grey correlation degree and principal component analysis to analyze the 14 traits of 15 maize varieties (lines). The results showed that the interaction effect of the principal components IPCA1, IPCA2 and IPCA3 of the interaction between maize yield genotype and environment accounted for 90.49%, indicating that AMMI model analyzed the interaction information between genotype and environment thoroughly; In the analysis of variety stability D_i and pilot discrimination parameter D_j , varieties G1 and G3 belonged to high and stable yield varieties, G15 was low and stable yield varieties, and pilot E2, E1 and E5 had strong discrimination to varieties; Through the interaction of varieties and locations, it was concluded that varieties G1, G3 and G15 had good adaptability and stability. In conclusion, AMMI analysis scientifically reflected the interaction effect of additive genetic model in combination with the field yield performance and significant difference of varieties. The grey correlation degree and principal component analysis showed that the grey comprehensive evaluation values G_i were 0.757 4 and 0.716 0 respectively. Varieties G1 and G3 with comprehensive scores of principal components of 0.62 and 0.58 had good comprehensive characters and reliable high yield, stability and adaptability. G15 ranked low in each analysis method, indicating that its comprehensive character was poor, and it was a low yield and stable yield variety.

Keywords: AMMI model; grey correlation degree; stability; discrimination; principal component analysis