



周长军,李泽宇,王迪,等. GGE 双标图分析黑龙江省联合体玉米试验品种适应性和稳定性[J]. 黑龙江农业科学,2020(8):1-4,5.

GGE 双标图分析黑龙江省联合体玉米试验品种适应性和稳定性

周长军¹,李泽宇¹,王 迪¹,车 野¹,韩 墨¹,齐国超¹,陈 刚²,于海峰²

(1. 黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316;2. 黑龙江省大庆市农村农业局 农业农村社会事业服务中心,黑龙江 大庆 163316)

摘要:为促进黑龙江省玉米生产发展,本研究利用 GGE 双标图法综合评价黑龙江省玉米品系在不同试验环境中的丰产性、稳定性和适应性,筛选适应不同生态环境的优良参试品系,同时评价参试地点的鉴别力和代表性。结果表明:在参试品种中 AF1、PY9 属于高产稳产品系,益农玉 10 号稳产性强,适宜为对照品种;在 9 个参试地点分析中,品种 AF1 在试点明水和依兰,XN1567 在试点巴彦和牡丹江,品种 ZC99 在林甸和富裕适应性较好;试点明水代表性和鉴别力最强;牡丹江和林甸鉴别力较强,代表性稍差;依兰代表性较强但鉴别力一般;富裕鉴别力与代表性都一般。

关键词:R 语言;GGE 双标图;玉米;联合体试验

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有待试验验证。因此客观公正的分析联合体试验,科学合理的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]。品种的表现是基因型和环境共同作用的结果,因此选择有代表性的试验地点及科学的评价方法,是筛选优良品种的重要前提^[2]。

目前我国玉米联合体试验主要还是依据在所有试点上的产量、品质及抗性均值来评价参试玉米新品种的优劣,但参试品种对试验环境的特殊适应性,试点环境年际间的稳定性却很少考虑,对品种稳定性和适应性的考量也一直没有统一的评价模型和方法^[3],而农作物品种的高产、稳产、广适一直是育种者关注的主要育种目标,但在不同环境试验中作物品种普遍存在基因与环境互作效应,进而对新品种选育提出了更高的要求,如何客观、科学地评价联合体参试玉米新品种,有利于提高广适性玉米新品种的推广效率。GGE 双标图是 Yan^[4]在 2001 年提出的新的环境与基因互作分析法,该方法同时考虑了基因型和基因型与环

境互作效应,能客观科学地评价品种基因型与试点环境之间的互作效应,目前该方法对区域试验的试点环境评价和参试品种高产、稳产以及对新品种适应生态区域划分中,被科研工作者广泛应用于花生^[5]、水稻^[6]、玉米^[7]、油菜^[8]、马铃薯^[9]、谷子^[10]、大豆^[11]等农作物新品种中,为参试作物新品种丰产性、稳产性和适应性分析评价提供了新的方法。

鉴于此本文以 2019 年参加黑龙江省联合体试验的 7 个玉米新品种在 9 个试点的产量表现为资料,利用 R 语言的 GGE 双标图法分析试点的鉴别力和代表性及参试品种的适应性、丰产性和稳产性,为评价黑龙江省联合体玉米试验优良品种和参试地点提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

以 2019 年黑龙江省东华北中熟春玉米联合体区域试验的产量和试点为资料进行 GGE 双标图分析,参试玉米品种 7 个,参试地点 9 个,其中品种益农玉 10 号为对照。参试品种、试点名称及各品种在试点产量表现详见表 1。

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 2 粒,保苗密度 4 500 株·667 m²,四周设 4 行保

收稿日期:2020-05-22

基金项目:黑龙江省现代农业产业技术协同创新推广体系项目。

第一作者:周长军(1977-),男,硕士,副研究员,从事作物育种研究。E-mail:andazhouchangjun@163.com。

护行。收获时,收取中间 3 行,面积 12 m²,按照 水分含量(14%)折算公顷产量。

表 1 参试品种在各试点的产量

Table 1 Yield of the tested varieties in each test point										(kg·hm ⁻²)	
参试品种	林甸	庆安	明水	巴彦	牡丹江	依兰	绥化	富裕	北林区	平均产量	排名
Varieties	Lindian	Qing'an	Mingshui	Bayan	Mudanjiang	Yilan	Suihua	Fuyu	Beilin	Average yield	Ranking
AF1	10857.3	10583.3	10463.1	10822.9	11051.6	8475.8	12258.4	11977.3	8795.2	10587.2	1
PY9	10700.0	10323.2	10345.9	10805.6	11268.2	8311.7	12501.5	11859.0	8958.1	10563.7	2
ZC99	10669.4	9614.6	10473.9	9731.1	9671.1	8343.3	12616.8	10630.7	8509.6	10028.9	3
XN1567	9741.6	10700.9	9287.4	10730.7	11083.9	7262.9	11705.6	10600.7	8897.8	10001.3	4
YNY10	9294.4	9469.9	8724.4	10640.3	11021.3	8303.2	12420.1	11037.1	8357.2	9918.7	5
AD3	9903.1	9771.1	9812.3	9861.2	10364.0	7854.8	11539.7	11164.8	8262.9	9837.1	6
ZC389	10530.6	9873.4	8542.7	9222.8	9923.4	7683.5	12027.4	11919.0	7256.9	9664.4	7

1.2.2 数据分析 使用 R 语言软件 GGEBiplot-GUI 包对联合体玉米试验数据进行品种基因型与试点环境互作效应分析,具体分析步骤参考文献[11]的方法。

2 结果与分析

2.1 参试品种的适应性

如图 1 所示,主成分 1 和主成分 2 可以解释 70.76%基因型和基因与环境互作变异,说明根据 R 语言分析结果可以推断参试品种的平均表现和试点的鉴别力及代表性^[11]。将最外围的参试玉米新品种依次连接成一个多边形,过双标图原点做多边形各边的垂线,将此多边形划分成 6 个扇区,不同扇区试验环境中产量最高的品种位于各扇区的顶角,同时各扇区内试点为环境生态类型一致,扇区内各试验品种比较适合该区域内试点种植。由此可以看出 9 个试点被分成 4 组,巴彦

和牡丹江一组;北林和庆安一组;明水、依兰和绥化一组;富裕和林甸一组。品种 XN1567 和 AD3 在试点巴彦和牡丹江为高产品种;品种 AF1 和 PY9 在明水、依兰和绥化产量较高;品种 ZC99 在林甸和富裕产量适应性较好;ZC389 在所有试点产量都较差。

2.2 试点环境之间的相关性

各试点生态环境是否相似可通过环境相关性来判断,从原点到各试点作一条向量线段,试点环境间相似系数为试点彼此间向量夹角的余弦值,夹角越小,说明不同参试品系在不同环境间的产量排序相似,夹角越大,说明不同参试品系在不同环境间的产量排序相反,夹角等于 90°说明两环境不相关^[12]。从图 2 中明显可以看出,在所有试点中巴彦、牡丹江、庆安、北林之间,以及明水、依安、绥化、富裕、林甸之间环境向量夹角较小,环境的相似度高,尤其是北林和庆安、富裕和林甸之间

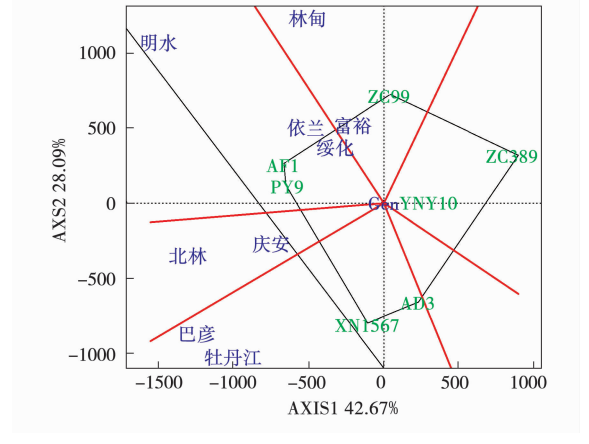


图 1 参试品种的适应性
Fig. 1 Adaptability of tested varieties

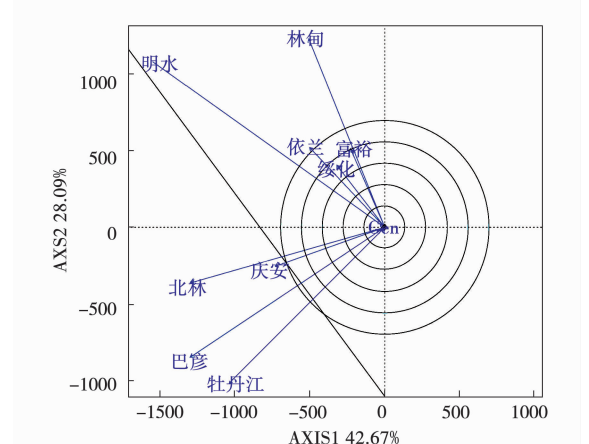


图 2 各试点的环境相关性
Fig. 2 Environmental relevance of each test point

存在较强的相似性,这可能是由于这些试点之间地理位置相邻,土壤、气候条件相似,但也有些试点环境存在较大差异,如牡丹江和林甸之间,表明这 2 个试点生态区域差别较大,可以划分为不同的生态区。

2.3 试点的鉴别力和代表性

联合体试验中较理想的试验点应兼具较好的鉴别力和代表性,因为试点的选择与品种的丰产、稳定性直接相关。在双标图中各试点试验环境的鉴别力由原点到试点环境连线的向量长度表示,鉴别力越强的试点其向量长度越长;试点代表性由试点环境向量与平均环境向量(原点与平均环境点的连线)的夹角表示,试点代表性越强则夹角越小,若是钝角,则该环境不适合做试点^[13]。由此从图 3 中可以看出,试验点鉴别力的强弱顺序为明水>林甸>牡丹江>巴彦>北林>庆安>依兰>富裕>绥化,代表性较强的试点为明水、依兰和北林,而富裕、林甸和牡丹江代表性较弱。有鉴别能力但没有代表性的试点可用于淘汰不稳定的品系,但不能用于选择优良品系^[4],在试点代表性与鉴别力排位中明水最优,因此可以说明其选择优良品系、淘汰不稳定品系能力较强;牡丹江和林甸鉴别力较强,表示有较强淘汰不稳定品系的能力,代表性一般,则说明选择优良品系能力较一般;依兰代表性较强、鉴别力一般,可用于选择优良品系;富裕鉴别力与代表性都一般。各试点环境的鉴别力和代表性以到理想试验环境(中心圆)的距离表示,与中心圆的距离越短,则表示鉴别力和代表性越好(图 4),由此可知,试点的鉴别力与代表性综合顺序为明水>北林>庆安>巴彦>依

兰>绥化>牡丹江>林甸>富裕,综上,本文最理想的试点为明水。

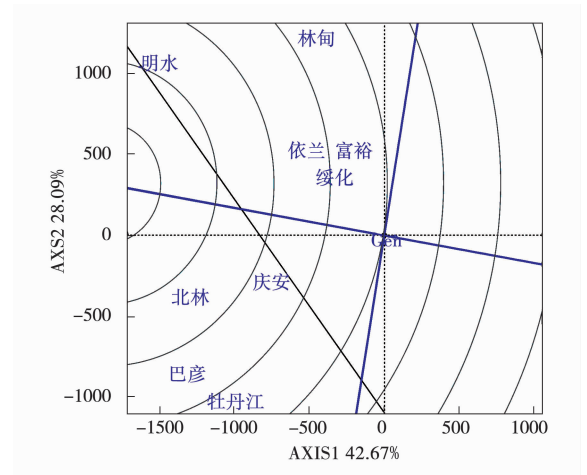


图 4 试点的综合排名
Fig. 4 Comprehensive ranking of test point

2.4 品种的丰产性和稳产性

在 GGE 双标图中,品种图标在平均环境轴上的垂足为丰产性,越靠近正向的参试品种,表示其丰产性越好,品种图标到平均环境轴的垂线长度为稳定性,垂线越短表示参试品种稳定性越好,因而可以直观地从图中看出品种的丰产性和稳定性^[15],从图 5 可以看出,产量较高的品系为 AF1,其次为 PY9,而品种益农玉 10 号和 XN1567 的平均产量接近试验总平均,AD3 和 ZC389 产量低于对照品种,这与表 1 产量排名数据一致;稳产性较好的品系为 AF1、PY9 及对照品种益农玉 10 号,由此可以得出品种 AF1 和 PY9 属于高产稳产品系;益农玉 10 号稳产性强,适宜作为对照品种,品种 AD3 和 ZC389 产量较低且稳产性差。

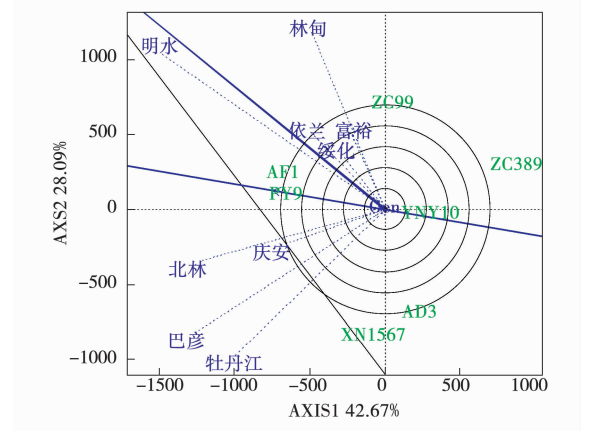


图 3 各试点的区分力和代表性
Fig. 3 Differentiation and representativeness of each test point

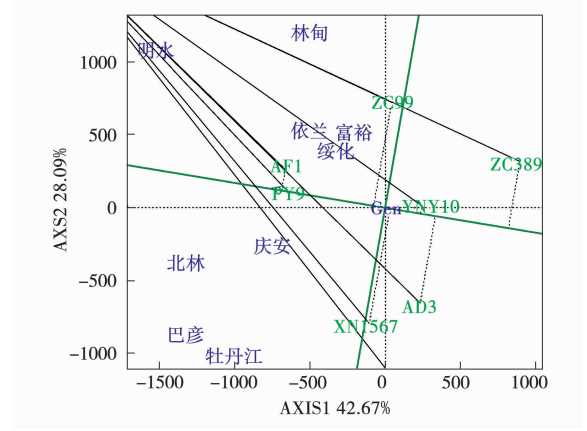


图 5 品种的丰产性和稳定性
Fig. 5 High yield and stability of varieties

虚线同心圆的圆心表示虚拟的具备最高产量和最好稳定性的理想品种^[16],参试品种到理想品种的距离越近,就表示此品种整体表现越优秀。由图 6 可知,丰产性和稳产性都较好的品系为 AF1 和 PY9,而品种 ZC389 表现最差,这与图 5 结果相同。

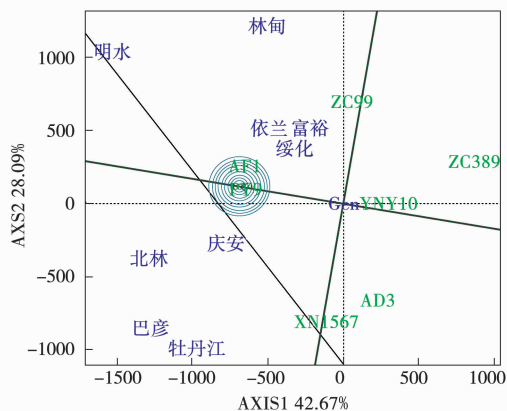


图 6 品种的综合排名

Fig. 6 Comprehensive ranking of varieties

3 结论与讨论

作物新品种在审定推广之前参加的联合体试验属于多年多点试验,其存在众多影响因素,对试验结果会造成一定误差,因此如何客观准确的评价参试玉米新品种成为育种家越来越重视的问题^[16]。而在实际生产应用过程中,品种的丰产性、稳产性及对各生态区域的适应性是决定其推广应用价值的重要指标,因此在联合体试验中选择鉴别力和代表性较强的试点,也是育种工作者关注的核心^[17]。

本试验通过对 2019 年黑龙江省东华北中熟春玉米联合体区域试验的各试点产量数据进行 GGE 双标图分析,在参试品种中 AF1 和 PY9 属于高产稳产品系,尤其是在明水、依兰和绥化 3 试点产量表现更为突出,对照品种益农玉 10 号的平均产量接近试验总平均,说明其稳产性强,适宜作为对照品种;品种在各试点表现分析中,品种 AD3 和 XN1567 在试点巴彦和牡丹江,品种 ZC99 在林甸和富裕适应性较好,ZC389 在所有试点表现都不理想,产量较差;在试点环境相似性分析中北林和庆安、富裕和林甸存在较强的相似性,原因是试点地理位置相邻,生态区域没有差异,而牡丹江和富裕、林甸之间环境差异较大,原因可能是试点地理位置相距太远,生态区域差别较大,导

致彼此之间环境差异较大;在试点代表性与鉴别力分析中,明水代表性、鉴别力最强,牡丹江和林甸鉴别力较强,代表性稍差,庆安代表性较强但鉴别力一般,富裕鉴别力与代表性都一般。

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] 金石桥,许乃银. GGE 双标图在中国农作物品种试验中应用的必要性探讨[J]. 种子, 2012, 31(12): 89-92.
- [3] 苏义臣,苏桂华,金明华,等. GGE 双标图在玉米区域试验中的应用[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(3): 4-7.
- [4] Yan W K. GGE biplot-a Windows application for graphical analysis of multi environment trial data and other types of two-way data[J]. Agronomy Journal, 2001, 93: 1111-1118.
- [5] 郭敏杰,邓丽,任丽,等. 基于 R 语言的 AMMI 和 GGE 双标图在花生区试中的应用[J]. 花生学报, 2017, 46(2): 24-31.
- [6] 张安宁,毕俊国,王飞名,等. 基于 R 语言的 GGE 双标图在节水抗旱稻新品种多点试验中的应用[J]. 上海农业学报, 2019, 35(4): 38-42.
- [7] 叶美金,卜俊周,魏建伟,等. 河北省夏玉米品种基因型与环境互作综合分析[J]. 玉米科学, 2020, 28(1): 72-78.
- [8] 余泽恩,罗莉霞,张芳,等. 基于 GEE 的 2018 年我国冬油菜长江下游区域试验试点与品种评价[J]. 种子, 2020, 39(1): 122-131.
- [9] 李亚杰,罗磊,白江平,等. GGE 双标图在西北旱区马铃薯新品种选育中的应用[J]. 干旱地区农业研究, 2018, 36(2): 192-198.
- [10] 宋慧,刘金荣,王素英,等. GGE 双标图评价谷子‘豫谷 18’的丰产稳产性和适应性[J]. 中国农业大学学报, 2020, 25(1): 29-38.
- [11] 眭凯,陈亚光,徐淑霞,等. 基于 R 语言的 GGE 双标图在大豆区试中的应用[J]. 大豆科技, 2019(4): 16-20.
- [12] Yan W K, Rajcan I. Biplot analysis of test sites and bait relations of soybean in Ontario[J]. Crop Science, 2002, 42: 11-20.
- [13] Yan W K, Holland T B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation[J]. Euphytica, 2010, 171(3): 355-369.
- [14] 张祯勇,高明文,徐国伦,等. 基于 R 语言的 GGE 双标图在玉米品种区域试验中的应用[J]. 中国农学通报, 2014, 30(34): 238-243.
- [15] Yan W K, Kang M S. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists[M]. Boca Raton, FL: CRC Press, 2003.
- [16] 胡飞,马现斌,李新彦,等. 应用 GGE 双标图分析湖北省玉米区域试验品种适应性和稳定性[J]. 湖北农业科学, 2019, 58(2): 23-25.
- [17] 李本贵,阎俊,何中虎,等. 用 AMMI 模型分析作物区域试验中的地点鉴别力[J]. 作物学报, 2004(6): 593-596.



党妹,张振宇,王金字,等. 吉林省中部粳稻品种高产优质机理研究[J]. 黑龙江农业科学,2020(8):5-9.

吉林省中部粳稻品种高产优质机理研究

党妹,张振宇,王金字,任善鹏,毛爽,路佳琦

(吉林农业科技学院,吉林 吉林 132101)

摘要:为了研究吉林省中部不同水稻品种的产量和品质潜力,明确各品种类型间的产量、品质及形成机理的差异,选取 15 个吉林省主栽品种,测定其农艺性状、产量、食味值、直链淀粉含量、蛋白质等指标,并进行相关分析。结果表明:株高与穗长之间达到了显著正相关,与产量达到了显著负相关;穗长与每穴有效穗数呈极显著正相关,与产量呈负相关,但是没有达到显著水平;每穴有效穗数与每穗粒数和着粒密度呈极显著和显著负相关;着粒密度与产量呈显著正相关,与蛋白质含量和食味值分别呈显著负相关和极显著正相关;千粒重与蛋白质之间呈极显著正相关,与直链淀粉含量和食味值呈显著负相关。综上所述,适当的降低株高,减小千粒重,提高着粒密度可以稳固产量的同时对品质提升有促进作用。

关键词:水稻;产量;品质;机理

水稻(*Oryza sativa* L.)是我国主要的粮食作物,从 20 世纪 90 年代中期开始,随着人民生活水平的逐步提高,对优质水稻的需求和种植面积逐年增加。2015 年我国水稻产量达到 2.1 亿 t,占全国粮食产量的 33.5%^[1]。随着温饱问题的解决,人们在生活水平上有了新的追求,不但要吃饱

还要吃好^[2]。因此,我国水稻栽培已逐步由过去的追求高产单一目标^[3-4],向高产、优质、高效、生态、安全五方面综合目标转变,提升稻米品质越来越受到重视^[5-6]。在保证安全生产的前提下,提质逐渐成为水稻育种的重要指标。其中,稻米品质、商品(外观)品质、理化特性、烹调品质、口感品质等指标逐渐成为衡量稻米品质的重要标准。吉林省是我国重要的商品稻谷产地之一,东北水稻稳定持续发展对保障中国粮食安全,特别是对满足我国粳米市场需求有重要意义^[7]。因此,培育高产、优质的粳稻品种一直是吉林省水稻育种的重要课题。然而,水稻高产与优质长期以来又常常

收稿日期:2019-12-05

基金项目:吉林农业科技学院青年基金项目(吉农院合字第[20200013]号);国家重点研发计划项目(2017YFD0300609)。

第一作者:党妹(1983-),女,硕士,副教授,从事水稻栽培研究。E-mail:122561108@qq.com。

通信作者:张振宇(1982-),男,博士,副教授,从事水稻育种与生理研究。E-mail:53347007@qq.com。

Analysis of the Adaptability and Stability of Maize Varieties in Heilongjiang Province Consortium by GGE-Biplot

ZHOU Chang-jun¹, LI Ze-yu¹, WANG Di¹, CHE Ye¹, HAN Mo¹, QI Guo-chao¹, CHEN Gang², YU Hai-feng²

(1, Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing 163316, China; 2, Agricultural and Rural Social Service Center of Daqing Rural Agricultural Bureau in Heilongjiang Province, Daqing 163316, China)

Abstract: In order to promote the development of maize production in Heilongjiang Province, we screened the excellent test lines adapted to different ecological environments and evaluated the discrimination and representativeness of the test sites. The high yield, stability and adaptability of maize lines in different test environments were comprehensively evaluated by GGE-biplot method in this text. The results of GGE-biplot analysis showed that AF1 and PY9 belonged to high-yield and stable product lines, and Yinongyu No. 10 had strong stability and was suitable for the control variety among the tested varieties. Variety AF1 in Mingshui and Yilan, XN1567 in Bayan and Mudanjiang, ZC99 in Lindian and Fuyu had better adaptability in the analysis of nine test sites. Mingshui had the best discrimination and representativeness, Mudanjiang and Lindian had strong discrimination ability, but poor representativeness. Yilan had strong representativeness but the discrimination was average. The discrimination and representativeness of Fuyu were average.

Keywords: R language; GGE-Biplot; maize; consortium test