



王迪, GGE 双标图分析黑龙江省甜瓜区域试验品种适应性和稳定性[J]. 黑龙江农业科学, 2021(10):64-67, 68.

# GGE 双标图分析黑龙江省甜瓜区域试验品种适应性和稳定性

王 迪

(黑龙江省农业科学院 大庆分院, 黑龙江 大庆 163316)

**摘要:**为筛选出适应不同生态环境的优良甜瓜品种,本试验利用 R 语言 GGE 双标图法分析黑龙江省甜瓜区域试验品种的产量数据,综合评价甜瓜品系在不同试验点中产量的稳定性和对环境的适应性,同时对各试验点的鉴别力和代表性作出评价。结果表明:芭苏 2 号为高产稳产型甜瓜品种;芭苏 1 号、龙庆 6 号为高产不稳产型甜瓜品种;永甜 3 号、富尔一号为产量中等但稳产性差的甜瓜品种;泽甜卓越为低产稳产型甜瓜品种;试验点肇源县、阿城区、富拉尔基区鉴别力较强,可用于淘汰不稳定的甜瓜品种;富拉尔基区、宁安市、阿城区代表性较强,可用于选择优良甜瓜品种;宁安市鉴别能力较差但代表性较强;北林区鉴别力与代表性都一般;而北安市则鉴别力与代表性都较差。

**关键词:**GGE 双标图;甜瓜;区域试验;鉴别力;代表性

农作物品种的高产性和稳产性是重要的经济性状和产量育种目标<sup>[1]</sup>,但作物的产量性状受到遗传效应、环境效应以及基因型与环境互作效应的综合影响,在不同生态环境中同一品种的产量表现往往差异很大,加大了育种工作者对高产、稳产新品种选育的难度<sup>[2]</sup>。如何客观准确地评价基因型和环境这两个因素对作物产量的影响,对黑龙江省甜瓜区域试验具有重要意义,区域试验是综合评价甜瓜新品种优劣必不可少的步骤,其试验结果能否真实、客观地反映品种的特性,对参试品种综合生产力和适应区域的评价是否科学合理,直接影响新品种在今后生产实际应用过程中的推广效果及农户种植所获得的经济效益。

GGE 双标图法是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,能更直观高效地评价和展示基因型与环境互作效应<sup>[3]</sup>,目前该方法在区域试验中对试验地点的鉴别力与代表性评价和对参试品种的丰产性及稳产性评价被广大科研工作者应用于玉米<sup>[4]</sup>、大豆<sup>[5]</sup>、水稻<sup>[6]</sup>、谷子<sup>[7]</sup>、花生<sup>[8]</sup>、油菜<sup>[9]</sup>等农作物新品种研究中,为农作物新品种在不同生态区域的

适应性评价提供了新的方法。

鉴于此本文采用 GGE 双标图法,分析黑龙江省甜瓜区域试验的 11 个参试品种在 6 个试验点适应性、丰产性和稳产性,及不同试验点的鉴别力和代表性,为评价区域试验中甜瓜品种的优劣和参试地点合理性提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验设计

以 2019 年黑龙江省甜瓜区域试验中各品种在不同试验点的产量数据为资料进行 GGE 双标图分析。试验甜瓜品种 11 个,种植点 6 个,其中富尔一号为对照品种,试验采用随机区组设计,小区面积 13 m<sup>2</sup>,3 次重复,2 行区,行长 10 m,行距 0.65 m,株距 0.35 m,保苗 2 700 株·667 m<sup>-2</sup>,四周设 2 行保护行,全区测产后折算单产。所有参试甜瓜品种在各区试试验点产量数据详见表 1。

### 1.2 分析方法

本研究采用 R 语言 GGEBiplotGUI 软件包对黑龙江省甜瓜区域试验的 11 个参试品种与 6 个试验点之间的关系进行综合分析评价。

## 2 结果与分析

### 2.1 甜瓜品种的丰产性和稳产性评价

图 1 中甜瓜品种图标到平均环境轴的垂线长度越短表示其稳产性越好,品种图标在平均环境轴上的垂足越靠近正的方向表示其丰产性越好<sup>[10]</sup>,由此可以通过 GGE 双标图清晰地反映出

收稿日期:2021-06-16

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(HNK2019CX10)。

作者简介:王迪(1981—),男,硕士,副研究员,从事薄皮甜瓜种质资源创新与新品种选育。E-mail:dqnywd@126.com。

参试甜瓜品种的丰产性与稳产性,其中产量较高的甜瓜品种为芭苏2号,其次为芭苏1号、龙庆6号,而产量较低的品种为泽甜卓越、齐甜一号、富尔一号、香瑞一号,双标图中对甜瓜品种产量高低的整体排序与表1中排名数据一致。在稳产性分析中产量较为稳定的甜瓜品种为芭苏2号、龙庆1号、香瑞301及香瑞一号,而永甜3号、富尔一

号、富尔007、芭苏1号稳产性较差。由此可以得出芭苏2号为高产稳产型甜瓜品种;芭苏1号、龙庆6号为高产不稳产型甜瓜品种;香瑞一号、香瑞301为产量中等且稳产性较好的甜瓜品种;永甜3号、富尔一号为产量中等但稳产性差的甜瓜品种;泽甜卓越为低产稳产型甜瓜品种。

表1 参试甜瓜品种在各试点产量							单位:(kg·667 m <sup>-2</sup> )	
参试品种	肇源县	宁安市	富拉尔基区	北安市	阿城区	北林区	均产	排名
芭苏2号	2035	1963	1899	1773	1946	1890	1917.7	1
芭苏1号	1968	1904	1803	1721	2094	1988	1913.0	2
龙庆6号	2072	1938	1876	1703	1916	1871	1896.0	3
龙庆1号	1983	1820	1792	1783	1780	1978	1856.0	4
香瑞301	1894	1796	1903	1749	1790	1911	1840.5	5
富尔007	1822	1776	1811	1762	1897	1936	1834.0	6
永甜3号	2055	1932	1765	1474	1683	1603	1752.0	7
香瑞一号	1748	1679	1664	1568	1864	1784	1717.8	8
富尔一号	1691	1563	1598	1772	1746	1766	1689.3	9
齐甜一号	1598	1505	1417	1546	1686	1694	1574.3	10
泽甜卓越	1611	1538	1519	1495	1621	1591	1562.5	11

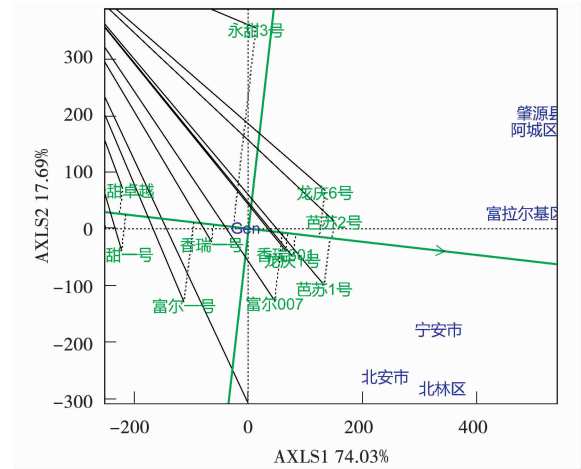


图1 甜瓜品种的丰产性和稳定性

注:横坐标轴为第一主成分,解释总变异的74.03%,纵坐标轴为第二主成分,解释总变异的17.69%,下同。

图2中圆心位置表示产量最高和稳定性最好的理想品种,而参试甜瓜品种距离理想品种越近,表示其丰产性、稳产性越优秀,反之距离理想品种越远,表示该品种丰产性、稳产性越差。由此得出丰产性和稳产性都较好的品种为芭苏2号,泽甜卓越、齐甜一号表现较差。

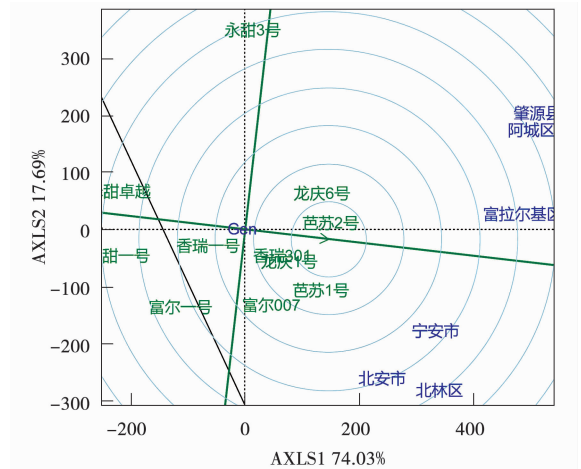


图2 甜瓜品种的综合排名

2.2 参试品种的适应性及试验点间的相似性

由图3所示,主成分1和主成分2可以解释91.72%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和代表性<sup>[5]</sup>。将最外围的参试甜瓜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,把此多边形分成8个不同的扇区,不同扇区内顶角的甜瓜品种,为该扇区内试验点中产量表现最好的品种,各参试品种比较适合

该扇区内试验点种植,而位于各扇区内的试验点环境生态类型也相似。由此可以看出甜瓜品种龙庆6号在试验点肇源县、阿城区为最优品种;甜瓜品种芭苏2号在富拉尔基区产量较高;甜瓜品种芭苏1号在宁安市、北安市、北林区产量性状最好,品种香瑞301、龙庆1号也较适合在该区种植;而富尔一号、泽甜卓越、齐甜一号、永甜3号等品种在所有试点产量都较差。由同扇区内的试验点环境生态类型相似得出,肇源与阿城区生态类型相似,宁安市、北安市、北林区生态类型相似,富拉尔基区与其他试验点生态类型都不同。

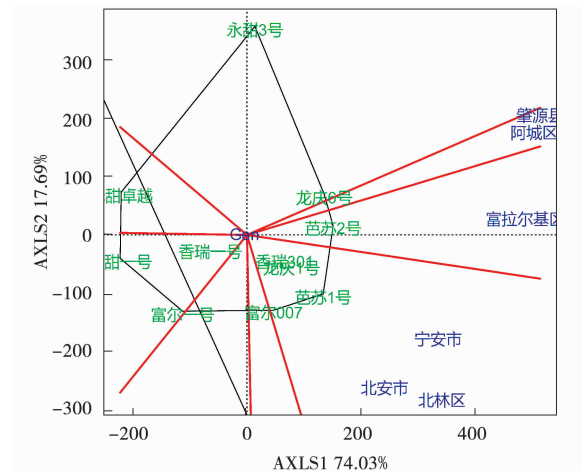


图3 参试甜瓜品种在各试点的适应性

图4中各试验点到原点的环境向量夹角余弦值,为各试验点之间环境相似度,两试验点环境向量夹角越小,其生态环境相似度越高,对甜瓜品种综合表现的排序越相似,夹角越大,说明两试验点对甜瓜品种的综合表现排序相差较大<sup>[11]</sup>。在各试验点中肇源与阿城区之间,及宁安市、北安市和北林区之间环境向量夹角较小(图4),说明肇源与阿城区之间生态环境的相似度高;宁安市、北安市与北林区之间生态环境的相似度高,尤其是肇源与阿城区之间存在较强的相似性,原因可能肇源与阿城区同处黑龙江省第一积温带,土壤类型及气候条件相似所致,而肇源县与北安市之间环境向量夹角较大,说明其生态环境差别较大。

2.3 试验点的鉴别力和代表性

作物区域试验中具较好鉴别力和代表性的试验点,能清晰地反映参试品种的丰产性、稳定性及适应性。各试验点到原点连线的长度体现该试验点对参试甜瓜品种的鉴别力,连线越长,鉴别力越

强;原点和平均环境点的连线与各试验点向量的夹角体现该试验点的代表性,夹角越小,代表性越强,若是钝角,则该环境不适合做试验点<sup>[12]</sup>。由各试验点向量长度来判断其鉴别力的强弱顺序为肇源县>阿城区>富拉尔基区>北林区>北安市>宁安市,由夹角大小来判断试验点代表性强弱顺序为富拉尔基区>宁安市>阿城区>北林区>肇源县>北安市(图5)。试验点鉴别能力的强弱可用于淘汰不稳定的甜瓜品种,而代表性的强弱可用于选择优良甜瓜品种。由此得出肇源县、阿城区、富拉尔基区鉴别力较强,可用于淘汰不稳定的甜瓜品种;富拉尔基区、宁安市、阿城区代表性较强,可用于选择优良甜瓜品种;宁安市鉴别能力较差但代表性较强;北林区鉴别力与代表性都一般;而北安市则鉴别力与代表性都较差。

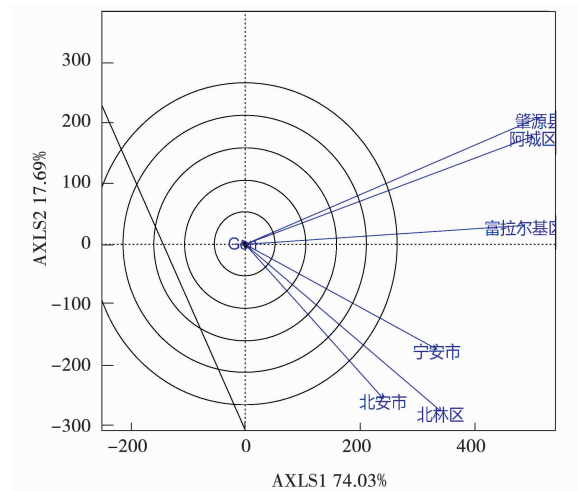


图4 各试验点环境相关性

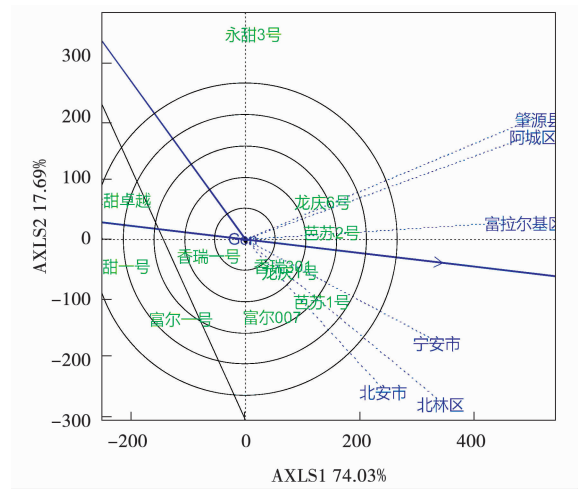


图5 各试点的区分力和代表性

各试验点的鉴别力和代表性越好就越靠近中心圆(理想试验环境),由图6可知,各试点的鉴别力与代表性综合强弱排序为富拉尔基区>宁安市>阿城区>肇源县>北林区>北安市,本研究中最理想的试验点为富拉尔基区。

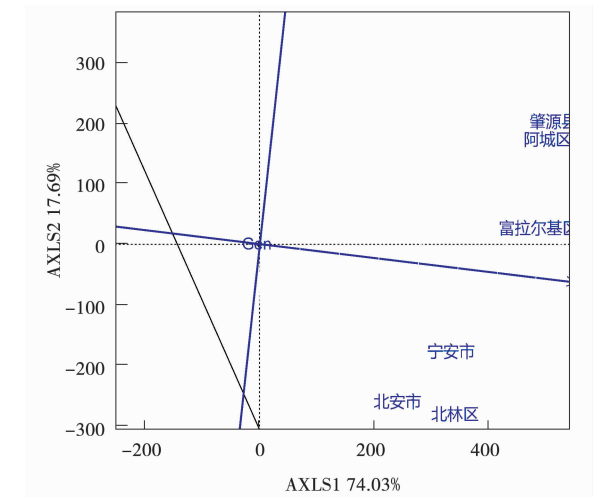


图6 各试点的综合排名

3 讨论与结论

区域试验是优秀甜瓜品种在推广前最重要的筛选程序,但由于人为误差及试验点环境不一致等主客观因素导致对参试甜瓜品种试验结果的判定出现偏差,因此如何客观公正地评价参试甜瓜品种的优良与否成为育种者越来越关心的问题。在今后的实际生产应用过程中,甜瓜品种对不同生态区域环境的适应程度、丰产程度、稳产程度直接影响其推广价值及农户的经济效益,这就要求区域试验中的试验点应具备较理想的鉴别力和代表性,也是能否筛选出具有推广前景的甜瓜品种的核心所在。

本文通过对2019年黑龙江省甜瓜区域试验中各参试品种在不同试验点的产量数据进行GGE双标图分析,在所有参试甜瓜品种中芭苏2号属于高产稳产型品种,尤其是在富拉尔基区、宁安市产量表现较为突出;芭苏1号、龙庆6号为高产不稳产型甜瓜品种,但芭苏1号在北林区和龙庆6号在肇源县、阿城区产量表现优秀;龙庆1号、香瑞301为产量中等偏上且稳产性较好的甜瓜品种,但龙庆1在北安市和香瑞301在富拉尔基区

产量最高;泽甜卓越为低产稳产型甜瓜品种,在所有试验点中产量表现较差。在试验点鉴别力和代表性分析中得出,富拉尔基区鉴别力和代表性最好;肇源县、阿城区鉴别力较强代表性都一般;宁安市代表性较强鉴别能力一般;北林区鉴别力与代表性都一般;而北安市则鉴别力与代表性都较差。在试点环境相似性分析中肇源与阿城区生态环境类型相似程度较高,原因可能肇源与阿城区同处黑龙江省第一积温带,土壤类型及气候条件相似所致。

参考文献:

[1] 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[J]. 中国生态农业学报,2010,18(5):988-994.

[2] 严威凯,盛庆来,胡跃高,等. GGE叠图法—分析品种×环境互作模式的理想方法[J]. 作物学报,2001,27(1):21-28.

[3] 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):1-5.

[4] 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.

[5] 管凯,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.

[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] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] YAN W K,KANG M S. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists[M]. Boca Raton, FL.:CRC Press,2003.

[11] YAN W K,RAJCAN I. Biplot analysis of test sites and bait relations of soybean in Ontario[J]. Crop Science,2002,42:11-20.

[12] YAN W K,HOLLAND T B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation[J]. Euphytica,2010,171(3):355-369.



景奇,王森,吴彤,等.普洛马林处理对自根砧苹果苗木分枝的影响[J].黑龙江农业科学,2021(10):68-71.

# 普洛马林处理对自根砧苹果苗木分枝的影响

景奇,王森,吴彤,李高潮

(西北农林科技大学园艺学院,陕西杨凌 712100)

**摘要:**为促进苹果矮化自根砧大苗繁育,以一年生矮化自根砧苹果苗木‘礼泉短富’和‘维纳斯黄金’为试验材料,测定在不同浓度普洛马林处理下自根砧苗木的高度、茎粗、总分枝数、有效分枝数、有效分枝长度、有效分枝角度的差异,探究不同浓度普洛马林对自根砧苗木生长和分枝的影响,并筛选出最合适的喷施浓度。结果表明:对于‘礼泉短富’分枝情况最佳的普洛马林处理浓度为  $1\ 500\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,对于‘维纳斯黄金’分枝情况最佳的普洛马林处理浓度为  $1\ 750\ \text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ,处理后苗木总分枝较多,分枝长度和角度更适合整形修剪,苗木株高和茎粗也较为合理,能够达到理想的促分枝效果。

**关键词:**普洛马林;自根砧苗木;苹果苗分枝

当前我国苹果栽培主要分为乔砧栽培和矮砧栽培两种模式,苹果苗木分为乔砧苗木,矮化中间砧苗木和矮化自根砧苗木。采用矮化自根砧苗木建园的矮砧栽培模式因苹果长势好、品质优、管理方便等优势正逐渐成为苹果栽培的趋势和潮流<sup>[1]</sup>。培育有分枝的大苗能够在建园后通过简单

的拉枝措施就能成形,形成一定的早期产量<sup>[2]</sup>。国内自根砧苹果苗木已经接近进口苗木的质量,主要问题是分枝数量和顶花芽数量偏少,在矮化自根砧苗木的繁育过程中,如何培育有分枝的优质大苗一直是当前育苗工作中的重点<sup>[3]</sup>。当前促发分枝的方法主要有短截、刻芽、摘除顶部嫩叶在内的人工促分枝方法和喷施植物生长调节剂的化学方法<sup>[4-5]</sup>。人工方法和涂抹发枝素等化学方法存在操作复杂,耗工耗力等问题。普洛马林对于苹果苗木分枝具有极显著的作用,同时喷施简单,易于推广,是当前苹果苗木促分枝最理想的方法之一<sup>[6]</sup>。本试验以一年生矮化自根砧苗木为试验材料,研究喷施不同浓度普洛马林对不同品种苹

收稿日期:2021-06-11

基金项目:陕西省重点研发计划(2019TSLNY02-04);西北农林科技大学 2019 年度试验示范站科技创新与成果转化项目(TGZX2019-15)。

第一作者:景奇(1995—),男,在读硕士,从事苹果苗木繁育技术研究。E-mail:821817278@qq.com。

通信作者:李高潮(1967—),男,学士,教授,从事果树种质资源评价与苗木繁育研究。E-mail:lgcl166@126.com。

## Analysis of Adaptability and Stability of Melon Varieties in Heilongjiang Regional Test by GGE Biplot

WANG Di

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

**Abstract:** In order to select excellent melon varieties suitable for different ecological environments, in this experiment, R language GGE Biplot method was used to analyze the yield data of melon regional test varieties in Heilongjiang Province, to comprehensively evaluate the yield stability and environmental adaptability of melon strains in different test points, and to evaluate the discrimination ability and representativeness of each test point. The results showed that Basu No. 2 was a high and stable yield melon variety; Basu No. 1 and Longqing No. 6 were high and unstable yield melon varieties; Yongtian No. 3 and Fuer No. 1 were middle yield but poor stable yield melon varieties; Zetianzhuyue was a low yield and stable yield melon variety; Three test bases Zhaoyuan County, Acheng District and Fularji District had obvious discrimination ability, which could be used to eliminate unstable melon varieties; Fularji District, Ning'an City and Acheng District had strong representativeness, which can be used to select excellent melon varieties; Ning'an City had poor identification ability but strong representativeness; Beilin District had average identification ability and representativeness; Bei'an City had poor identification ability and representativeness.

**Keywords:** GGE double plot; melon; regional test; discrimination ability; representativeness