

网络出版时间:2015-06-10 08:40

DOI:10.13207/j.cnki.jnwfufu.2015.07.006

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20150610.0840.006.html

用 GGE 双标图分析苦荞品种的产量稳定性及 试验地点相似性

张大爱¹,赵绪明¹,钱一萍¹,杜莹¹,张志芬²,高金锋¹,
高小丽¹,王鹏科¹,冯佰利¹,柴岩¹,付晓峰²

(1 西北农林科技大学 农学院,陕西 杨凌 712100;2 内蒙古农牧业科学院,内蒙古 呼和浩特 010031)

[摘要] **【目的】**更准确有效地分析苦荞品种适应性,筛选优良苦荞品种和评价试验地点,为苦荞品种推广应用和区域试验试点的科学布局提供参考。**【方法】**采用变异分析和 GGE 双标图对国家区域试验中第 8 轮苦麦区域试验的生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数、千粒质量及产量进行分析。**【结果】**(1)参试品种(系)在生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数 4 个性状上的平均值表现为北方高于南方,而千粒质量和产量的平均值表现为南方高于北方。参试品种(系)间各个性状的变异小,稳定性较好,但类型不丰富。(2)南、北方各有其适宜的高产稳定品种。云荞 67、昭苦 2 号、西苦 7-3 为适宜于南方的高产稳产品种;西农 9940、凉苦-4 和威苦 02-286 为适宜于北方的高产稳产品种。**【结论】**利用 GGE 双标图可以对试验地点分组,但对于试验点的评价和取舍要结合地理环境条件进行客观分析。

[关键词] 苦荞;区域适应性;产量稳定性;GGE 双标图

[中图分类号] S517

[文献标志码] A

[文章编号] 1671-9387(2015)07-0101-08

GGE biplot based yield stability and test site similarity of tartary buckwheat varieties

ZHANG Da-ai¹, ZHAO Xu-ming¹, QIAN Yi-ping¹, DU Ying¹, ZHANG Zhi-fen²,
GAO Jin-feng¹, GAO Xiao-li¹, WANG Peng-ke¹, FENG Bai-li¹,
CHAI Yan¹, FU Xiao-feng²

(1 College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Inner Mongolia Academy of Agricultural and Husbandry Science, Huhhot, Inner Mongolia, 010031, China)

Abstract: **【Objective】** This study aimed to analyze the adaptability of tartary buckwheat, selection of elite varieties, and evaluation of test sites, and to provide information for application of buckwheat varieties and distribution of test sites. **【Method】** Variance analysis and GGE biplot were conducted to analyze growing period, plant height, stem branch, nodes per plant, thousand grain weight and yield from the 8th national variety regional test. **【Result】** (1) Growing period, plant height, stem branch and nodes per plant in northern region were higher than in southern region, while thousand grain weight and yield in southern region were higher than in northern region. The traits were steady and trait variations were low while variety types were not rich. (2) Varieties that adapted to northern and southern regions were identified. Yunqiao 67, Zhaoku 2 and Xiku 7-3 were good for southern region while Xinong 9940, Liangku 4 and Weiku 02-286

[收稿日期] 2014-01-20

[基金项目] 榆林市产学研合作项目(2014cxy-03);陕西省科技统筹项目(2014KTZB02-03-03);陕西省小杂粮产业技术体系资助项目(2009—2015)

[作者简介] 张大爱(1987—),女,安徽宿州人,硕士,主要从事杂粮育种及高产生态生理研究。

[通信作者] 王鹏科(1963—),男,陕西岐山人,副教授,硕士生导师,主要从事小杂粮遗传育种研究。

were good for northern region. 【Conclusion】 GGE biplot could be used to group test sites. But, selection and evaluation of test sites needs combination of geographical environment conditions.

Key words: tartary buckwheat; regional adaptability; yield stability; GGE biplot

荞麦具有很高的营养价值和保健作用,在我国东北、华北、西北、西南地区广泛种植^[1]。荞麦(Buckwheat)为蓼科(Polygonaceae)荞麦属(*Fagopyrum*)一年生草本植物,是我国的小宗杂粮作物之一。它的栽培种有 2 个,分别是甜荞(*F. esculentum* Moench)和苦荞[*F. tataricum*(L.)Gaertn],其中甜荞是异花授粉作物,结实率一般较低;苦荞虽然为自花授粉作物,但其无限总状花序的结实特性,往往受地理、气候、环境的影响造成成熟不一致,因而导致其产量低而不稳,极大影响着荞麦的生产^[2]。作物品种区域试验主要是为了鉴定品种的丰产性、稳定性,为新品种的审定提供依据。对于区域试验的数据处理,目前主要采用联合回归图^[3]、AMMI(加性主效互作可乘模型)组图^[4-7]和 GGE 双标图^[8-12]进行作物品种产量的丰产性和稳定性的系统分析。AMMI 模型已经被广泛应用于小麦^[13]、蚕豆^[14]、甜菜^[15]、油菜^[16]、玉米^[17]、棉花^[18]、烟草^[19]等作物区域试验的数据分析中。严威凯等^[20-21]提出的 GGE 双标图也逐渐被应用到多年多点区域试验中不同品种的稳定性和适应性分析。张志芬等^[22-23]用 GGE 双标图对燕麦的产量稳定性和试点代表性进行分析,李琴琴等^[24]对甜荞品种稳定性和试验地点相似性的分析,证明了 GGE 双标图分析的直观性、有效性。本研究主要采用变异分析和 GGE 双标图对国家区域试验第 8 轮苦荞试验数据进行分析,以评价南方和北方苦荞的生长差异,以及品种区域适应性、产量的稳定性及试点的相似性,为苦荞品种推广应用和区域试验试点的科学布局提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料和地点

第 8 轮全国苦荞区域试验(2006—2008 年)已经过国家品种鉴定。参试品种(系)共 14 个:兴苦 2 号、西农 9940、九江苦荞、晋苦 2 号、昭苦 2 号、迪庆苦荞、凉苦-3、凉苦-4、西苦 7-3、西苦 6-14、威苦 01-374、威苦 02-286、平 01-043、云荞 67。

第 8 轮全国苦荞区域试验参试材料(品系)为同一套,分北方组和南方组 2 个组别。北方组参试地点共 15 个:山西大同、五寨、太原,内蒙古达拉特、赤峰,陕西榆林、靖边,宁夏固原、盐池、西吉、彭阳、同

心,甘肃会宁、定西、平凉。南方组参试地点共 10 个:四川昭觉、盐源、西昌,云南昆明、丽江、昭通,贵州威宁、贵阳、兴义,江西泰兴。

1.2 田间试验设计和考察指标

试验均为完全随机区组设计,3 次重复,小区面积为 10 m²。成熟时考察生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数、千粒质量和单位面积产量等性状。

1.3 统计分析

用 GGE-Biplot 软件(基因与基因和环境双标图)进行双标图分析^[20]。

2 结果与分析

2.1 参试苦荞品种的主要性状和产量变异

2.1.1 苦荞品种主要性状的平均表现 由表 1 可以看出,14 个参试苦荞品种的生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数 4 个性状,除个别品种(如九江苦荞、云荞 67)在主茎节数上为南方略大于北方外,其他品种均表现为北方高于南方,因而所有品种的平均值为北方高于南方;千粒质量上表现为所有品种南方大于北方;产量上西农 9940、威苦 01-374 表现为北方大于南方,其余品种均为南方组高于北方组,所有品种的平均值为南方高于北方。

2.1.2 苦荞品种在南方组和北方组的主要性状变异 14 个苦荞品种(系)在南方组和北方组的生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数、千粒质量和产量 6 个主要性状的平均变异如表 2 所示。从表 2 可以看出,所有性状在试点间的变异系数大于品种间的变异系数,试点间的差异也均达到了极显著水平,说明各试点的环境差异较大,这也有利于鉴定品种在不同环境条件下的适应性。南方组和北方组相比较,各个性状在品种间的变异表现比较复杂。生育期和株高在北方和南方表现出变异系数小且基本相当,品种间的差异也达到了极显著和显著水平,说明尽管受不同环境条件的影响,但这 2 个性状在品种间的变化是相对稳定的,即受遗传因素影响较大;主茎分枝数、主茎节数和千粒质量这 3 个性状在北方和南方表现不同,虽然变异系数小且相差不大,但品种间的差异在北方达到了极显著水平,而在南方却未达到显著水平,说明这 3 个性状受环境条件的影响较大,尤其是在北方;在产量性状上,北方、南方的变

异系数相差很大,南方的变异系数明显大于北方,而且品种间的差异在南方达到了极显著水平,而在北方差异不显著,说明产量受环境条件的影响在南方呈现不同的变化,即南方的变异幅度大且品种差

异大,而北方变异幅度小且品种差异小,所以品种在北方受环境条件影响较小,相对比较稳定,而在南方则环境影响大且不稳定。

表 1 参试苦养品种主要性状的平均值

Table 1 Average values of main characters of tested tartary buckwheat varieties

品种名称 Variety	生育期/d Number of growing days		株高/cm Plant height		主茎分枝数 Number of main stem branches		主茎节数 Number of main stem sections		千粒质量/g Thousand seed weight		产量/(kg·hm ⁻²) Output	
	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group
兴苦 2 号 Xingku No. 2	98	89	120	109	6.2	4.9	16.3	15.5	19.4	20.9	1 832.70	1 917.40
西农 9940 Xinong 9940	93	83	110	80	5.5	4.4	15.4	13.2	20.5	21.2	1 963.90	1 413.90
九江苦荞 Jiujiang Kuqiao	89	84	107	102	5.4	4.7	13.9	14.1	17.9	19.9	1 770.00	2 083.70
晋苦 2 号 Jinku No. 2	93	85	120	111	6.4	5.5	15.9	15.2	18.0	20.1	2 006.00	2 034.60
昭苦 2 号 Zhaoku No. 2	88	84	103	95	6.3	5.5	14.5	14.3	17.4	20.6	1 915.30	2 210.50
迪庆苦荞 Diqing Kuqiao	96	87	107	99	6.5	5.7	15.6	15.8	18.5	20.0	1 817.40	2 321.20
凉苦-3 Liangku-3	92	81	111	95	6.5	5.6	15.2	14.3	17.8	20.6	1 758.30	2 282.30
凉苦-4 Liangku-4	93	84	117	97	5.5	4.9	15.5	13.8	18.0	19.5	1 846.50	2 153.00
西苦 7-3 Xiku 7-3	87	81	103	90	5.5	5.2	13.9	13.7	17.1	20.1	1 587.10	2 146.10
西苦 6-14 Xiku 6-14	100	88	119	108	5.3	5.4	16.2	15.3	18.7	20.3	1 651.50	1 852.10
威苦 01-374 Weiku 01-374	92	85	121	113	5.7	5.1	15.4	15.4	16.8	18.7	1 919.40	1 900.90
威苦 02-286 Weiku 02-286	96	84	112	92	6.6	5.4	15.8	14.2	17.3	19.9	1 766.30	1 836.90
平 01-043 Ping 01-043	88	81	102	90	6.8	5.4	14.6	14.0	17.7	21.0	1 812.00	1 929.80
云荞 67 Yunqiao 67	88	83	103	102	6.1	5.8	13.7	14.8	17.4	20.5	1 916.60	2 209.70
平均 Average	92	84	111	99	6.0	5.3	15.1	14.5	18.0	20.2	1 825.93	2 020.86

表 2 苦养品种(系)在南方组和北方组的主要性状变异

Table 2 Main characters of tartary buckwheat varieties (or series) in southern and northern groups

主要性状 Main charaters	品种(系)间的变异系数 Coefficient of variation between varieties		试点间的变异系数 Coefficient of variation between sites	
	北方组 Northern group	南方组 Southern group	北方组 Northern group	南方组 Southern group
生育期 Number of growing days	0.04**	0.03**	0.10**	0.17**
株高 Plant height	0.06*	0.09*	0.33**	0.21**
主茎分枝数 Number of main stem branches	0.09**	0.08	0.38**	0.54**
主茎节数 Number of main stem sections	0.06**	0.05	0.32**	0.20**
千粒质量 Thousand seed weight	0.05**	0.03	0.17**	0.12**
产量 Output	0.06	0.12**	0.41**	0.48**

注: * 表示差异显著($P<0.05$); ** 表示差异极显著($P<0.01$)。

Note: * significant difference($P<0.05$); ** extremely significant difference($P<0.01$).

2.2 参试苦养品种产量的平均表现和稳定性

2.2.1 在北方组的平均表现和稳定性 如图 1 所示,横坐标代表品种的平均产量,在横坐标越靠近箭头所指示的方向,产量越高;带单箭头的直线为“平均环境向量”,沿着向量方向,越靠前的产量越高;带双箭头的直线与“平均环境向量”垂直,表示苦养品种与试验点互作的倾向性,由代表品种的点向“平均

环境向量”作垂线,垂线越短表示品种的稳产性越好,反之则稳产性越差。由图 1-A 可知,北方组产量最高的是晋苦 2 号,其次是西农 9940,最低的是西苦 7-3。稳定性较好的是威苦 02-286、西农 9940、凉苦-4、凉苦-3。表 3 中预测值是经 GGE-Biplot 软件对产量作图后的转换值,测定值是横坐标(产量)上值的大小,没有单位;不稳定性是纵坐标上稳定性测

定值的大小,正负表示向量的方向,绝对值越小代表稳定性越好。由表 3 可见,在北方组中,西农 9940 产量高且稳定性好,其次是威苦 02-286,表现较差的

是西苦 7-3、西苦 6-14 和兴苦 2 号,凉苦-3 稳定性较好,但产量低,晋苦 2 号产量最高,但稳定性较差。

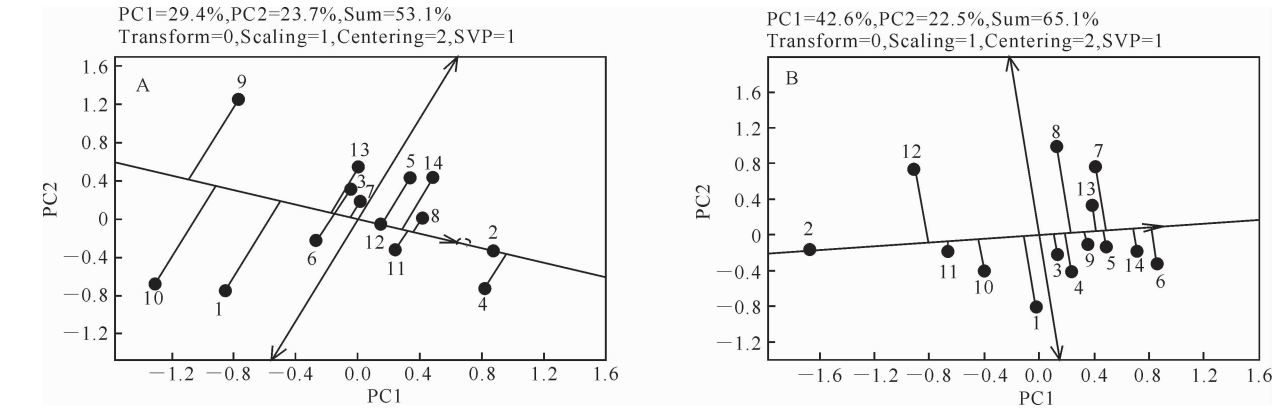


图 1 北方组(A)和南方组(B)苦荞产量的平均表现和稳定性

1. 此图基于环境-中心化(Centering=2)、未定标(Scaling=1)的品种-环境双向表,采用聚焦品种的特征值分配方法(SVP=1)。
2. PC1 代表第 1 主成分; PC2 代表第 2 主成分。3. 图中圆圈是假设的理想品系,由 PC1 和 PC2 决定。从原点到理想品种之间画一条直线,为 AT 轴,单箭头所指方向为平均表现最佳的方向。从品种到 AT 轴的向量大小(双箭头)代表基因型与环境交互对品种(系)影响的大小,箭头向外指向较大的不稳定性,向量越大表示越不稳定。4. 1~14. 依次为兴苦 2 号、西农 9940、九江苦荞、晋苦 2 号、昭苦 2 号、迪庆苦荞、凉苦-3、凉苦-4、西苦 7-3、西苦 6-14、威苦 01-374、威苦 02-286、平 01-043、云荞 67

Fig. 1 Average yield and yield stability of tartary buckwheat for northern group (A) and southern group (B)

1. The biplot is based on environment-centered data (Centering=2) and is un-scaled (standardized) (Scaling=1), using genotype focused singular value partitioning (SVP=1) method. 2. PC1. First principal component; PC2. Second principal component.
3. The small circle denotes the performance of a virtual tester, determined by PC1 and PC2. The arrow going through the origin and the circle is called the average-tester axis (AT), and the projection of a variety on AT represents the average performance of the variety, the longer the vector, the more unstable the yield. The vertical distance from a variety to AT is the measurement of GGE effect.
4. 1~14. Varieties including Xingku No. 2, Xinong 9940, Jiujiang Kuqiao, Jinku No. 2, Zhaoku No. 2, Diqing Kuqiao, Liangku-3, Liangku-4, Xiku 7-3, Xiku 6-14, Weiku 01-374, Weiku 02-286, Ping 01-043, and Yunqiao 67

表 3 北方组苦荞产量测定值与按双标图得出的预测值

Table 3 Measured values of tartary buckwheat and predicted values by GGE biplot

品种名称 Variety	测定值 Measured value	预测值 Predicted value	不稳定性 Instability
晋苦 2 号 Jinku No. 2	0.730	1.023	0.348
西农 9940 Xinong 9940	0.566	0.876	0.021
凉苦-4 Liangku-4	0.389	0.161	-0.133
威苦 01-374 Weiku 01-374	0.378	0.305	0.207
威苦 02-286 Weiku 02-286	0.355	0.337	0.004
云荞 67 Yunqiao 67	0.217	0.383	-0.567
昭苦 2 号 Zhaoku No. 2	-0.031	-0.180	-0.532
凉苦-3 Liangku-3	-0.080	0.179	-0.158
九江苦荞 Jiujiang Kuqiao	-0.104	-0.168	-0.260
迪庆苦荞 Diqing Kuqiao	-0.152	-0.049	0.288
平 01-043 Ping 01-043	-0.166	-0.156	-0.487
兴苦 2 号 Xingku No. 2	-0.221	-0.530	0.971
西苦 6-14 Xiku 6-14	-0.711	-0.034	1.103
西苦 7-3 Xiku 7-3	-0.933	-0.982	-0.095

2.2.2 在南方组的平均表现和稳定性 如图 1-B 所示,南方组与北方组的双标图在图形和横坐标的向量值上并不相同,这是由于苦荞品种在南方组和北方组的产量表现不同所致。南方组产量最高的是

迪庆苦荞,其次是云荞 67,最低的是西农 9940。稳定性较好的是西农 9940、西苦 7-3、威苦 01-374、昭苦 2 号、九江苦荞、云荞 67、平 01-043。由表 4 可见,在南方组中,迪庆苦荞虽然产量高,但稳定性中

等;西农 9940 产量低但稳定性好,在南方表现较差; 苦 7-3。
产量高又稳定性好的品系是云荞 67、昭苦 2 号、西

表 4 南方组苦荞产量测定值与按双标图得出的预测值

品种名称 Variety	测定值 Measured value	预测值 Predicted value	不稳定性 Instability
迪庆苦荞 Diqing Kuqiao	0.819	0.817	0.397
云荞 67 Yunqiao 67	0.621	0.689	0.223
凉苦-3 Liangku-3	0.496	0.488	−0.695
昭苦 2 号 Zhaoku No. 2	0.480	0.473	0.132
平 01-043 Ping 01-043	0.361	0.420	−0.268
西苦 7-3 Xiku 7-3	0.293	0.329	0.086
凉苦-4 Liangku-4	0.156	0.235	−0.955
晋苦 2 号 Jinku No. 2	0.103	0.187	0.447
九江苦荞 Ji Jiang Kuqiao	0.040	0.109	0.203
兴苦 2 号 Xingku No. 2	−0.106	−0.106	0.772
西苦 6-14 Xiku 6-14	−0.374	−0.439	0.328
威苦 01-374 Weiku 01-374	−0.617	−0.677	0.121
威苦 02-286 Weiku 02-286	−0.725	−0.821	−0.827
西农 9940 Xinong 9940	−1.547	−1.706	0.035

2.3 参试苦荞试点分组及地区适应性 方组 3 年各个参试试点产量的 3 个重复作双标图，
2.3.1 北方组苦荞试点分组及地区适应性 用北 如图 2 所示。

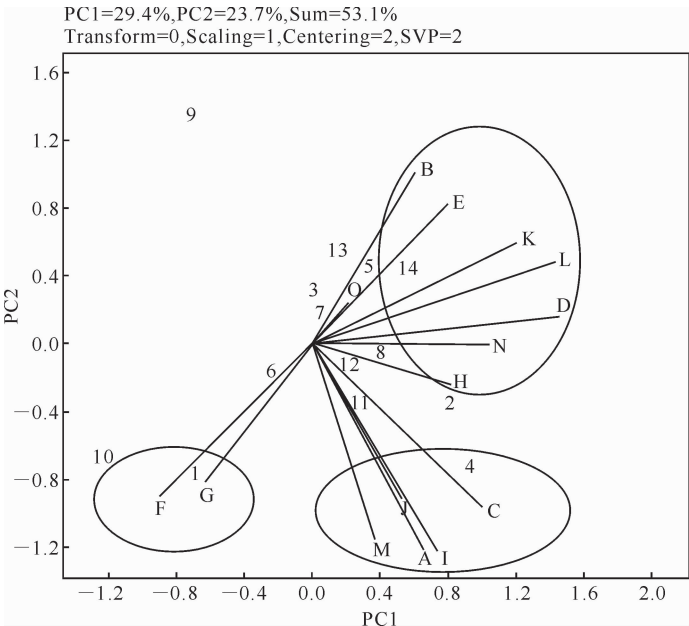


图 2 北方组苦荞试验地点分组图

1. 此图基于环境-中心化(Centering=2)、未定标(Scaling=1)的品种-环境双向表,采用聚焦品种的特征值分配方法(SVP=2)。下图同。
2. 1~14 代表品种,依次为兴苦 2 号、西农 9940、九江苦荞、晋苦 2 号、昭苦 2 号、迪庆苦荞、凉苦-3、凉苦-4、西苦 7-3、西苦 6-14、
威苦 01-374、威苦 02-286、平 01-043、云荞 67。下图同。3. A~O 代表试点,依次为山西大同、山西五寨、山西太原、内蒙古达拉特、
内蒙古赤峰、陕西榆林、陕西靖边、宁夏固原、宁夏盐池、宁夏西吉、宁夏彭阳、宁夏同心、甘肃会宁、甘肃定西、甘肃平凉

Fig. 2 Group of testing-site of tartary buckwheat for northern group

1. The biplot is based on environment-centered data (Centering=2)and is un-scaled (standardized) (Scaling=1),using genotype
focused singular value partitioning (SVP=2) method. The same below. 2. 1—14 in the figure indicate different varieties including Xingku
No. 2,Xinong 9940,Ji Jiang Kuqiao,Jinku No. 2,Zhaoku No. 2,Diqing Kuqiao, Liangku-3,Liangku-4,Xiku 7-3,Xiku 6-14,
Weiku 01-374,Weiku 02-286,Ping 01-043,and Yunqiao 67. The same below. 3. A—O in the figure indicate different pilots including
Shanxi Datong,Shanxi Wuzhai,Shanxi Taiyuan,Neimonggu Dalate,Neimonggu Chifeng,Shaanxi Yulin,Shaanxi Jingbian,Ningxia
Guyuan,Ningxia Yanchi,Ningxia Xiji,Ningxia Pengyang,Ningxia Tongxin,Gansu Huining,Gansu Dingxi,and Gansu Pingliang

从图 2 可以看出,苦荞区域试验地点相对分散,分组不明显,其中陕西榆林与其他试点差异较大。苦荞参试地点可以分为 3 组,第 1 组包括山西五寨,内蒙古赤峰、达拉特,宁夏同心、彭阳、固原,甘肃定西、平凉;第 2 组包括宁夏盐池、西吉,山西大同、太原,甘肃会宁;第 3 组包括陕西榆林、靖边。第 2 组的山西大同、宁夏西吉、宁夏盐池试点较相似。从品系的地区适应性来看,西苦 7-3 游离于所有试点之外,其适应性最差,西苦 6-14、兴苦 2 号适应于第 3 组,晋苦 2 号在第 2 组较适应,其他品系在第 1 组适应性较好。

2.3.2 南方组苦荞试点分组及地区适应性 从图 3 可以看出,苦荞参试地点可以分为 3 组,第 1 组包

括四川昭觉、云南丽江;第 2 组包括云南昭通、江苏泰兴、四川西昌、贵州威宁;第 3 组包括贵州兴义、云南昆明、贵州贵阳、四川盐源。第 2 组的云南昭通、江苏泰兴试点较相似,四川西昌、贵州威宁试点较相似,第 3 组的云南昆明、贵州贵阳试点较相似。从分组情况看,由于 GGE 双标图是以 3 年各个试点的产量结果来分组的,并没有各个试点环境因素的介入分析,因此,这种分组不是单纯的地理环境上的分组,应该看做是品种对试点适应性的区域范围。从品系的地区适应性来看,西农 9940、威苦 02-286、威苦 01-374、西苦 6-14、兴苦 2 号 5 个品系游离于所有试点之外,适应性较差;凉苦-3、凉苦-4 在第 1 组适应性较好;其他品系可适应于第 2、3 组的地区。

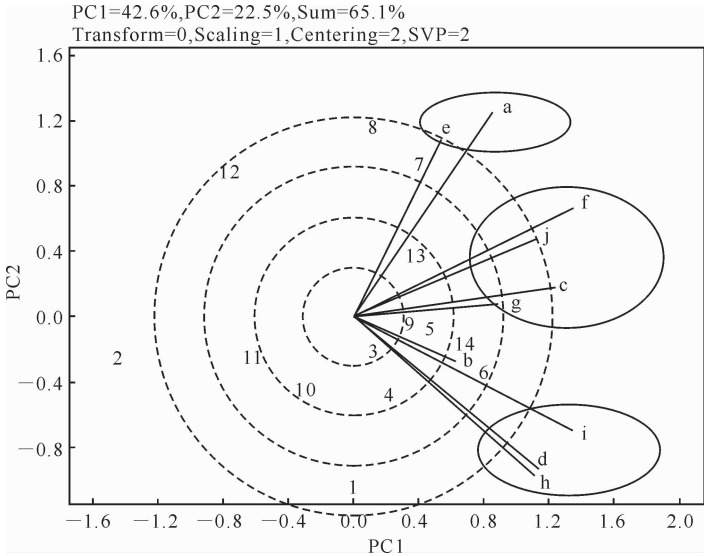


图 3 南方组苦荞试验地点分组图

a~j 代表试点,依次为四川昭觉、四川盐源、四川西昌、云南昆明、云南丽江、云南昭通、贵州威宁、贵州贵阳、贵州兴义、江苏泰兴

Fig. 3 Group of testing-site of tartary buckwheat for southern group

a~j in the fig indicate different pilot, which include Sichuan Zhaojue, Sichuan Yanyuan, Sichuan Xichang, Yunnan Kunming, Yunnan Lijiang, Yunnan Zhaotong, Guizhou Weining, Guizhou Guiyang, Guizhou Xingyi, Jiangsu Taixing

3 结论与讨论

在第 8 轮国家苦荞品种区域试验中,参试品种的生育期、株高、主茎分枝数、主茎节数均表现为北方高于南方,而千粒质量和产量则都表现为南方高于北方。南北方气候的差异对于苦荞的生长发育有着不同的影响。在营养生长期,南方多雨少日照使得苦荞生长受阻,而北方温凉、日照时间长却有利于苗期生长繁茂;在生殖生长期,北方高温干旱影响了苦荞干物质的合成、转运与积累,而南方充足的雨水为苦荞的产量提高提供了有利条件。

参试品系在许多性状上表现为品种(系)间的变异系数小于试点间的变异系数,这一方面说明品种

的稳定性较好,另一方面也说明目前所选育品种的差异性小,类型不丰富。试点间的变异系数大以及差异显著性大也提示现有的试点气候、地理位置等环境条件差异大。苦荞生育性状、经济性状和产量性状因品种的遗传性以及环境条件的不同呈现不同的变化。

GGE 双标图可以解释基因和环境更多的信息,可以更客观全面地评价参试品系的高产稳产性^[8-12,22-24]。从第 8 轮国家苦荞品种区域试验来看,由于我国南方和北方的气候、地理差异,在南北方各具有其适宜的品种。例如,西农 9940 在北方是一个既高产又稳产的品种,但在南方却是表现较差的一个品种。

科学的选择区域试验试点,对于更准确地鉴别参试品种的生产力、适应区域及生态类型具有重要意义。GGE 双标图虽然能够直观地对试点进行分组和评价^[9-12,20-24],但因为它是利用品种在试点上的产量结果进行分组的,更多反映地是品种对试点(地区)的适应性,因此,对于试点的评价和取舍,可以根据分组情况,同时结合试点的地理环境条件进行客观的评判,尤其是对于组内较相似的试点,应首先考虑取舍。

参考文献

- [1] 孙军涛,任顺成,查磊.萌发对荞麦籽粒营养成分的影响研究进展[J].河南农业科学,2008(3):17-19.
Sun J T, Ren S C, Zha L. Review on the effects of germination on the nutrient constituents of buckwheat seeds [J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2008(3): 17-19. (in Chinese)
- [2] 韩美善,韩启亮,王素平.晋西北荞麦引种试验及应用评价[J].山西农业科学,2010,38(2):60-63.
Han M S, Han Q L, Wang S P. Introduction experiment of buckwheat in northwest Shanxi and application assessment [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 2010, 38(2): 60-63. (in Chinese)
- [3] 周晓东.小麦新品种沈春 20-2 丰产稳产性综合评价及推广前景分析[J].辽宁农业科学,2009(4):30-34.
Zhou X D. Comprehensive evaluation on high and stable yield of a new wheat variety Shenchun 20-2 and its popularization prospect [J]. Liaoning Agricultural Sciences, 2009(4): 30-34. (in Chinese)
- [4] 周晓彬,汪晶,王德鹏,等.油菜品种区域试验产量及其敏感度变化规律浅析[J].中国种业,2012(8):41-43.
Zhou X B, Wang J, Wang D P, et al. Rape variety regional test yield and their change rule sensitivity analyses [J]. China Seed Industry, 2012(8): 41-43. (in Chinese)
- [5] Moreno-González J, Crossa J, Cornelius P L. Genotype environment interaction in multi-environment trials using shrink age factors for AMMI models [J]. Euphytica, 2004, 137(1): 119-127.
- [6] 吴渝生,李本逊,顾红波,等.甜玉米品种稳定性的 AMMI 模型分析[J].华中农业大学学报,2003,22(1):4-8.
Wu Y S, Li B X, Gu H B, et al. The analysis of AMMI model on variety stability of sweet corn [J]. Journal of Huazhong Agricultural University, 2003, 22(1): 4-8. (in Chinese)
- [7] 刘伟,朱列书,朱静娴.基于 AMMI 模型的烤烟品种丰产性和稳定性评价[J].作物研究,2011,25(4):327-330.
Liu W, Zhu L S, Zhu J X. Evaluation on the yielding ability and stability of different flue-cured tobacco variety based on AMMI model shape merge format [J]. Crop Research, 2011, 25(4): 327-330. (in Chinese)
- [8] 张春明,赵雪英.用 GGE 双标图分析区域试验中小豆品系的高产稳产性及适应性[J].农学报,2013,3(1):6-9.
Zhang C M, Zhao X Y. Yield stability and testing-site representativeness in national trials for adzuki lines based on GGE-Biplot analysis [J]. Journal of Agriculture, 2013, 3(1): 6-9. (in Chinese)
- [9] Yan W K. GGE biplot-A Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data [J]. Agron J, 2001, 93: 1111-1118.
- [10] Yan W K. Singular-value partitioning in biplot analysis of multi-environment trial data [J]. Agron J, 2002, 94: 990-996.
- [11] Yan W K, Tinker N A. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications [J]. Can J Plant Sci, 2006, 86: 623-645.
- [12] Yan W K, Kangb M S, Ma B L, et al. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data [J]. Crop Sci, 2007, 47: 641-653.
- [13] 马冬云,郭天财,王晨阳,等.用 AMMI 模型分析小麦品种品质性状的稳定性[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(4):74-78.
Ma D Y, Guo T C, Wang C Y, et al. Analyzing the stability of wheat quality traits with AMMI model [J]. Jour of Northwest Sci-Tech Univ of Agri and For: Nat Sci Ed, 2005, 33(4): 74-78. (in Chinese)
- [14] 董开居. AMMI 模型在蚕豆区域试验中的应用[J].杂粮作物,2006,26(5):340-345.
Dong K J. Application of AMMI model in regional trial data of broad bean [J]. Rain Fed Crops, 2006, 26(5): 340-345. (in Chinese)
- [15] 高华援,卞桂杰,黄淑兰,等.应用 AMMI 模型分析国家甜菜区试品种的稳定性[J].中国甜菜糖业,2008,12(4):10-14.
Gao H Y, Bian G J, Huang S L, et al. Analysis on the stability of national sugar beet varieties by AMMI mode [J]. China Beet & Sugar, 2008, 12(4): 10-14. (in Chinese)
- [16] 王瑞,蒋梁材,张德发,等.应用 AMMI 模型分析四川省油菜区试品种(系)的稳定性[J].中国油料作物学报,1999,21(2):14-20.
Wang R, Jiang L C, Zhang D F, et al. Using AMMI model to analysis rapeseed regional trial data in Sichuan province [J]. Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 1999, 21(2): 14-20. (in Chinese)
- [17] 何代元,胡宁,马兆锦,等. AMMI 模型在玉米区域试验中的应用[J].玉米科学,2009,17(4):144-147.
He D Y, Hu N, Ma Z J, et al. Application of AMMI model in regional experiment of maize [J]. Journal of Maize Sciences, 2009, 17(4): 144-147. (in Chinese)
- [18] 曾献英. AMMI 模型在棉花区域试验中的应用[J].棉花学报,2004,16(4):233-235.
Zeng X Y. Application of AMMI model to analyze regional trial data of cotton [J]. Cotton Science, 2004, 16(4): 233-235. (in Chinese)
- [19] 许健,杨德,李忠任,等.烟草品种系试验稳定性研究[J].中国农学通报,2008,24(4):207-210.
Xu J, Yang D, Li Z R, et al. Study of stability on tobacco line

trials [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2008, 24(4): 207-210. (in Chinese)

[20] 严威凯. 双标图分析在农作物品种多点试验中的应用 [J]. 作物学报, 2010, 36(11): 1805-1819.

Yan W K. Optimal use of biplots in analysis of multi-location variety test data [J]. Acta Agron Sin, 2010, 36(11): 1805-1819. (in Chinese)

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

Yan W K, Sheng Q L, Hu Y G, et al. GGE biplot: An ideal tool for studying genotype by environment interaction of regional yield trial data [J]. Acta Agron Sin, 2001, 27(1): 21-28. (in Chinese)

[22] 张志芬, 付晓峰, 刘俊青, 等. 用 GGE 双标图分析燕麦区域试验品系产量稳定性及试点代表性 [J]. 作物学报, 2010, 36(8): 1377-1385.

Zhang Z F, Fu X F, Liu J Q, et al. Yield stability and testing-site representativeness in national regional trials for oat lines based on GGE-Biplot analysis [J]. Acta Agron Sin, 2010, 36(8): 1377-1385. (in Chinese)

[23] 张志芬, 付晓峰, 刘俊青, 等. 裸燕麦区域试验中地点鉴别力和育成品种稳定性分析 [J]. 麦类作物学报, 2010, 30(3): 515-519.

Zhang Z F, Fu X F, Liu J Q, et al. Analysis on site discrimination and yield stability of oat varieties [J]. Journal of Triticeae Crops, 2010, 30(3): 515-519. (in Chinese)

[24] 李琴琴, 高乙萍, 张志芬, 等. 甜荞品种稳定性和试验地点相似性的 GGE 双标图分析 [J]. 干旱地区农业研究, 2013, 31(1): 67-70.

Li Q Q, Gao Y P, Zhang Z F, et al. Stability and testing-site similarity for common buckwheat lines based on GGE-Biplot analysis [J]. Agric Res in the Arid Areas, 2013, 31(1): 67-70. (in Chinese)

(上接第 100 页)

[19] 程 量, 林良斌. 作物耐旱性生理生化指标研究进展 [J]. 中国农学通报, 2014, 30(3): 27-31.

Cheng L, Lin L B. The research progress of physiological and biochemical indexes about drought tolerance in crop [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2014, 30(3): 27-31. (in Chinese)

[20] 苗雨晨, 白 玲, 苗 琛, 等. 植物谷胱甘肽过氧化物酶研究进展 [J]. 植物学通报, 2005, 22(3): 350-356.

Miao Y C, Bai L, Miao C, et al. Progress in plant glutathione peroxidase [J]. Chinese Bulletin of Botany, 2005, 22(3): 350-356. (in Chinese)

[21] 戴惠萍, 冯佰利, 高金锋, 等. 糜子叶片衰老与活性氧代谢研究 [J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(1): 217-220.

Dai H P, Feng B L, Gao J F, et al. Senescence and activate oxygen metabolism of leaf in *Panicum miliaceum* L. [J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2008, 26(1): 217-220. (in Chinese)

[22] 宋 慧, 冯佰利, 高小丽, 等. 不同小豆品种(系)叶片衰老与活性氧代谢 [J]. 作物学报, 2010, 36(2): 347-353.

Song H, Feng B L, Gao X L, et al. Leaf senescence and reactive oxygen metabolism in different adzuki bean cultivars (lines) [J]. Acta Agron Sin, 2010, 36(2): 347-353. (in Chinese)

[23] Hodgson R A J, Raison J K. Lipid peroxidation and superoxide dismutase activity in relation to photoinhibition induced by chilling in moderate light [J]. Planta, 1991, 185: 215-219.