

玉米新品种在秦巴高海拔山区的适应性分析^{*}

薛吉全, 马国胜, 路海东

(西北农林科技大学 农学院 玉米研究所, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 用产量增产百分数、差异显著性、变异系数法、回归系数法、高稳系数法和非参数度量法等多种分析方法, 对10个玉米新品种在高海拔山区4个地点的适应性进行了系统聚类。结果表明, 农大108、农大3138、陕资1号、成单18号、97Q-167和中单321等6个品种在高海拔山区表现出较高的生产潜力和较强的稳定性, 具有良好的适应性。

[关键词] 玉米品种; 品种适应性; 变异系数; 回归系数; 高稳系数; 非参数变量; 秦巴山区

[中图分类号] S513; S5-33

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)01-0085-05

对一个优良品种而言, 不仅要求能在有利的环境条件下高产, 也可在不利环境条件下取得相对较好的产量, 即具有良好的适应性。玉米的基因型和环境条件的互作是造成品种产量差异的主要原因, 这种互作程度直接决定着品种对不同环境的适应性。客观评价玉米品种的适应性, 对高海拔山区选用适宜的品种, 提高秦巴山区玉米生产水平, 发挥品种增产潜力, 具有十分重要的现实意义。一般采用产量平均数($\bar{x}$)较对照增产的百分数估算品种的丰产性和适应性, 用标准差(S)、变异系数(CV)^[1]或回归系数 b_i 和 S_{di}^2 估算产量的稳定性^[2]。但由于不同环境条件下试验误差不同及基因型和环境水平不独立、试验资料不平衡等条件的限制, 难以准确客观地评价品种的高产性和稳定性, 因此, 有人相继提出了高稳系数法^[3~5]、非参数度量法^[6,7]。本研究根据1998~2001年4地点30多个品种的比较试验结果, 用显著性差异、变异系数(CV)、回归系数(b_i 和 S_{di}^2)、高稳系数(HSC_i)和非参数度量法等对增产幅度较大的10个品种的适应性进行综合分析, 以期高海拔山区玉米品种的选择提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于1998~2001年在秦巴山区的宁陕县旬阳坝镇(海拔1350 m)、柞水县老林乡(海拔1250 m)、安康市汉滨区叶坪镇(海拔1050 m)、紫阳县双桥镇(海拔1020 m)4个项目区进行, 供试玉米品种12个, 分别为陕资1号、陕单911、沈试29号、陕单

972、农大108、农大3138、中单321、成单18号、川单19号、97Q-167、丹玉13号(CK_1)和各地主栽品种(CK_2), 统一试验方案, 随机区组排列, 重复3次, 本研究根据2000~2001年的试验结果进行统计分析。

1.2 分析方法

以各参试品种的产量平均数较对照增产百分数度量品种的丰产性; 以最小显著差数法(LSD法)估计品种差异显著性; 采用Francis变异系数^[1], Eberhart等回归系数法(b_i 和 S_{di}^2)^[2]估算品种的稳定性; 采用温振民等的高稳系数(HSC_i)^[3]和莫惠栋等^[6]的非参数度量法评价品种的高产稳产性。根据计算指标, 采用系统聚类法对参试品种进行聚类分析^[8]。所有资料均用LNT计算机软件包进行分析统计。

2 结果与分析

2.1 丰产性

2000~2001年4点的产量试验结果(表1)表明, 农大108、农大3138、陕资1号、成单18号、中单321、97Q-167、川单19号、陕单911、沈试29号分别比对照丹玉13号增产33.50%, 33.87%, 30.31%, 26.20%, 21.68%, 21.31%, 20.34%, 14.71%, 5.11%, 比当地主栽品种增产显著的品种分别是农大108、农大3138、陕资1号、成单18号、中单321、97Q-167和川单19号等7个品种, 增产幅度分别为16.71%, 16.15%, 14.06%, 10.33%, 6.37%, 6.05%和5.20%。品种间差异显著性分析表明, 农

^{*} [收稿日期] 2002-06-20

[基金项目] 中国秦巴山区扶贫世界银行贷款实用技术研究项目(Shaanxi-KT02)。

[作者简介] 薛吉全(1964-), 男, 陕西武功人, 副研究员, 主要从事玉米栽培生理研究。

大 108、农大 3138、陕资 1 号、成单 18 号等与丹玉 13 号、陕单 972 的产量有显著差异, 沈试 29 号与农大 108、农大 138 产量有显著差异, 陕单 972 产量显著低于所有品种。

表 1 供试玉米品种的产量分析

Table 1 Yield of different maize variety

品种 Variety	产量/(kg · hm ⁻²) Yield	比 CK ₁ 的增产率/% % higher than CK ₁	比 CK ₂ 的增产率/% % higher than CK ₂	显著性 Difference
农大 108 Nongda 108	7 546 35	33 50	16 71	a
农大 3138 Nongda 3138	7 510 35	32 87	16 15	a
陕资 1 号 Shaanzi No. 1	7 375 20	30 31	14 06	ab
成单 18 号 Chengdan No. 18	7 133 70	26 20	10 33	ab
中单 321 Zhongdan 321	6 878 10	21 68	6 37	ab
97Q-167	6 859 65	21 31	6 05	ab
川单 19 号 Chuandan No. 19	6 802 20	20 34	5 20	ab
陕单 911 Shaandan 911	6 483 90	14 71	0 36	ab
对照 2(CK ₂) Comparison 2	6 465 90	14 39	—	ab
沈试 29 号 Shenshi No. 29	5 941 65	5 11	- 8 11	b
丹玉 13 号(CK ₁) Danyu 13	5 652 60	—	- 12 56	bc
陕单 972 Shaandan 972	5 362 65	- 5 13	- 17 06	bc

注: 对照 2 为当地主栽品种, 宁陕为陕单 9 号, 柞水为商玉 2 号, 汉滨和紫阳为郧单 1 号(下表同)。

Note: CK₂ is mainly the local variety, it is Shaandan No. 9 in Ningshan county, Shangyu No. 2 in Zhashui county and Yundan No. 1 in Ziyang county (The following tables are just the same).

2.2 稳定性

根据 Francis 和 Kannenberg^[1]提出的变异系数分析法, 将 12 个品种的标准差和变异系数列于表 2。从表 2 可知, 陕单 972、丹玉 13 号、川单 19 号、沈

试 29 号在不同环境条件下产量变化幅度较大, 变异系数均在 20% 以上, 陕单 972 高达 34.02%, 丹玉 13 号达到 32.06%, 其余 8 个品种变异系数均低于 20%, 尤其是陕资 1 号产量变异系数仅为 10.95%。

表 2 不同品种的稳定性参数

Table 2 Stabilization parameter of different variety

品种 Variety	x_i	S	CV/%	b_i	$S^2_{b_i}$
农大 108 Nongda 108	7 546 35	74 51	14 37	0 660 6	4 783 24
农大 3138 Nongda 3138	7 510 35	98 37	19 95	0 833 0	9 257 47
陕资 1 号 Shaanzi No. 1	7 375 20	51 45	10 75	0 608 0	868 71
中单 321 Zhongdan 321	6 878 10	80 78	16 39	1 087 7	1 281 48
成单 18 号 Chengdan No. 18	7 133 70	70 64	14 66	0 969 6	2 478 38
川单 19 号 Chuandan No. 19	6 802 20	125 47	29 05	1 067 1	15 201 51
97Q-167	6 856 95	64 15	14 16	0 935 2	723 69
陕单 911 Shaandan 911	6 483 90	72 77	17 34	0 849 8	2 499 23
沈试 29 号 Shenshi No. 29	5 941 65	117 40	28 69	1 315 7	8 526 69
陕单 972 Shaandan 972	5 362 65	125 12	34 02	0 959 6	34 731 32
丹玉 13 号(CK ₁) Danyu 13	5 652 60	134 06	32 06	1 986 0	10 640 63
对照 2(CK ₂) Comparison 2	6 465 90	60 81	14 17	0 727 7	1 382 14
平均 Average	6 667 50		20 46		

根据 $x_i > \bar{x}$ 即为高产品种, $CV_i < \overline{CV}$ 为稳产品种, 由表 2 数据可知, 农大 108、农大 3138、陕资 1 号、中单 321、成单 18 号、97Q-167 为稳产性好且产量较高的品种; 陕单 911、对照 2(当地主栽品种)虽具有较好的稳产性能, 但产量低于 12 个品种的平均水平; 陕单 972、川单 19 号、沈试 29 号、丹玉 13 号的丰产性和稳产性均低于 12 个品种的平均水平。

品种间产量的差异是品种与环境共同作用的结果。对试验结果进行联合方差分析, 结果(表 3)表明, 品种间、地点间和品种 × 地点的产量均达到极显著差异。根据 Eberhart 和 Russell^[2]的分析方法, 以

环境指数为自变数, 以品种的产量为依变数进行回归分析, 一般认为 $b_i = 1$ 为平均稳定品种, $b_i < 1$ 为超平均稳定品种, $b_i > 1$ 为不稳定品种。从表 2 可知, 陕资 1 号、农大 108、农大 3138、陕单 911、陕单 972、97Q-167 等品种为稳定性好的品种, 中单 321、成单 18 号、川单 19 号为比较稳定品种, 而沈试 29 号、丹玉 13 号的稳定性较差。

2.3 高产稳产性

根据温振民等^[3]提出的高稳系数法(HSC_i)计算出各品种的高稳系数列于表 4。

表 3 玉米品种多点产量的联合方差分析

Table 3 Confederate analysis of variance of different maize yield in many pot

变异来源 Source of variation	DF	SS	MS	F
地点间 Pot	3	478 412.9	159471	82.387**
品种间 Variety	11	256 220	23292.73	12.073**
地点×品种 Pot×Variety	33	472 456.5	14316.86	7.396**
误差 Error	88	170 338.2	1935.662	
总变异 Sum variation	143	139 269.6	9739.133	

表 4 不同玉米品种的高稳系数(HSC_i)

Table 4 High stabilization coefficient of different maize variety

品种 Variety	HSC _i /%	名次 Place in a competition	品种 Variety	HSC _i /%	名次 Place in a competition
陕资 1 号 Shaanzi No. 1	87.41	1	中单 321 Zhongdan 321	73.73	7
农大 3138 Nongda 3138	86.02	2	对照 2 Comparison 2	70.65	8
农大 108 Nongda 108	84.28	3	陕单 911 Shaandan 911	69.30	9
成单 18 号 Chengdan No. 18	80.28	4	沈试 29 号 Shenshi No. 29	62.43	10
97Q-167	78.26	5	丹玉 13 号 Danyu No. 13	57.19	11
川单 19 号 Chuandan No. 19	74.94	6	陕单 972 Shaandan 972	54.21	12

从表 4 可以看出, 陕资 1 号、农大 3138、农大 108、成单 18 号、97Q-167、川单 19、中单 321 的高稳系数较大, 均达到 75% 以上, 而陕单 972、丹玉 13 号、沈试 29 号高稳系数相对较小。

根据莫惠栋等^[6]提出的非参数度量法, 以产量低于或显著低于某品种的其他品种的出现率 P_i 和

P'_i 作为丰产指数分析丰产性, 以某品种在各种环境秩次的平均变异 S_i 作为稳定性指数度量品种的稳定性。将某一环境中产量低于或显著低于 V_i 品种的秩次数目列于表 5、表 6, 并计算出丰产指数 P_i 、 P'_i 和 S_i 。

表 5 各品种的非参数变量 N_{ij} 及其统计数 P_i

Table 5 Non-parameter tolerance N_{ij} and statistic P_i of different variety

品种 V ariety	非参数变量 Non-parameter tolerance								$\sum N_{ij}$	$P_i/\%$	名次 No.	S_i
	宁陕 N ingshan		柞水 Zhashui		汉滨 Hanbin		紫阳 Ziyang					
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001				
陕资 1 号 Shaanzi No. 1	5	10	10	10	7	3	6	11	62	70.45	1	4.83
陕单 911 Shaandan 911	2	2	7	8	4	6	3	8	40	45.45	9	4.00
沈试 29 Shenshi 29	1	6	9	9	3	1	1	3	33	37.50	10	5.33
陕单 972 Shaandan 972	0	7	11	2	1	0	0	0	21	23.86	11	6.67
农大 108 Nongda 108	10	4	4	3	8	9	11	10	59	67.05	2	5.00
农大 3138 Nongda 3138	11	11	2	4	0	10	10	9	57	64.78	4	7.00
中单 321 Zhongdan 321	9	0	5	6	6	4	9	7	46	52.27	7	5.33
成单 18 号 Chengdan 18	7	9	3	5	11	11	8	5	59	67.05	3	5.00
川单 19 号 Chuandan 19	6	3	1	11	10	5	7	4	47	53.41	6	5.00
97Q-167	4	8	6	7	5	8	4	6	48	54.55	5	2.67
丹玉 13 号 Danyu No. 13	8	1	0	0	2	2	2	2	17	19.32	12	4.33
对照 2 Comparison 2	3	5	8	1	9	7	5	1	39	44.32	8	5.17

表 6 各品种非参数变量 N'_{ij} 及其统计数 P'_i (%)

Table 6 Non-parameter tolerance N'_{ij} and statistic P'_i of different variety

品种 Variety	非参数变量 Non-parameter tolerance								$\sum N'_{ij}$	P_i /%	名次 No.
	宁陕 Ningshan		柞水 Zhazhui		汉滨 Hanbin		紫阳 Ziyang				
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001			
陕资 1 号 Shaanzi No. 1	4	8	9	10	5	3	6	9	54	61.36	1
陕单 911 Shaandan 911	1	2	7	5	2	4	0	6	27	30.68	9
沈试 29 Shenshi 29	1	4	8	6	2	0	0	2	23	26.14	10
陕单 972 Shaandan 972	0	4	9	1	0	0	0	0	14	15.91	11
农大 108 Nongda 108	9	4	2	2	5	8	10	9	49	55.68	3
农大 3138 Nongda 3138	10	11	2	2	0	8	10	9	52	59.09	2
中单 321 Zhongdan 321	8	0	2	3	3	3	6	6	31	35.23	7
成单 18 号 Chengdan 18	5	8	2	3	8	8	6	3	43	48.86	4
川单 19 号 Chuandan 19	1	3	1	10	6	3	6	3	33	37.5	6
97Q-167	4	8	2	5	3	6	4	5	37	42.05	5
丹玉 13 号 Danyu No. 13	7	0	0	0	0	2	0	1	10	11.36	12
对照 2 Comparison 2	1	4	7	1	6	4	4	1	28	31.82	8
$\sum N'_{ij}$	51		51	48	40	49	52	54			
P_i (%)	77.27	84.85	77.27	72.72	60.61	74.24	78.79	81.82			

表5、6结果表明,陕资1号、农大3138、农大108是丰产性最佳品种,产量低于和显著低于该品种的出现率,均在50%以上;丰产指数较小品种为丹玉13号和陕单972,产量低于和显著低于该品种的出现率,仅为11.36%~23.86%。从表5还可看出,品种间稳定性指数 S_i 差异不显著($\sum Z_i = 16.7579 < \chi_{0.05, 12}^2 = 21.03$),农大108、成单18号、陕资1号、陕单911和97Q-167的稳定性指数 S_i 均较小,说明其稳定性较好。从表6还可看出,品种间差异显著的环境鉴别力指数 D_j 均在60%以上,说明4个试验点对品种差异具有较高的分辨力。

2.4 品种系统聚类分析

选择产量、增产百分数、变异系数 CV 、回归系

数 b_i 、高稳系数 HSC_i 、丰产指数 P_i 和 P'_i 等7个参数指标,用极差标准化法对参数指标进行数据标准化,用类平均法(UPGMA)进行系统聚类分析,计算出以相关系数表示的各品种间的相似度。

根据各品种的相似度值绘制出聚类树形图(图1),以相似度值为0.10时作一条直线,即将参试品种分成6类,Ⅰ类为农大108、农大3138、陕资1号,属高产稳产型品种;Ⅱ类为成单18号、中单321、97Q-167,为丰产性和稳产性较好品种;Ⅲ类为陕单911;Ⅳ类为川单19号;Ⅴ类为沈试29号;Ⅵ类为对照品种丹玉13号。

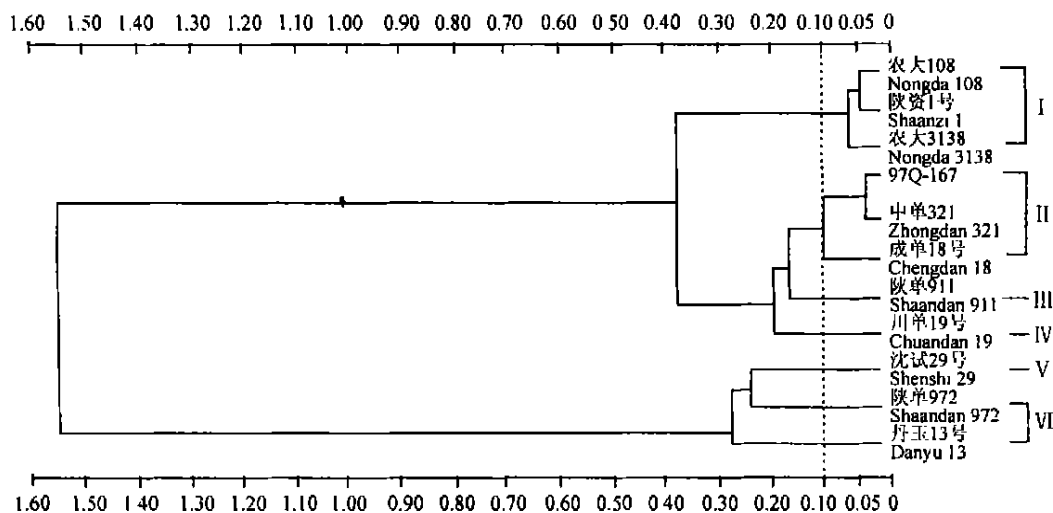


图1 品种聚类分析图

Fig. 1 Clustering analysis figure of variety

3 结论

对10个玉米新品种在高海拔山区4个地点的产量结果,用产量的差异显著性、丰产指数 P_i 和 P'_i 度量供试品种的丰产性,用标准差 S 、变异系数 CV 、回归系数 b_i 、高稳系数 HSC_i 和稳定性指数 S_i 等综合评价供试品种的稳定性和适应性,通过系统聚类分析,可得出以下结论:

农大108 平均产量为7546.35 kg/hm²,位居第一位,较对照丹玉13号增产33.50%,较当地主栽品种增产16.71%。丰产指数 P_i 和 P'_i 分别为67.05%和55.68%,位居第2位和第3位。产量变异系数 CV 和回归系数 b_i 均较小。高稳系数 HSC_i 为84.28%,位居第3位。说明农大108属于高产稳产型品种,具有较好的适应性,可在高海拔山区大面积推广种植。

农大3138 平均产量为7510.35 kg/hm²,位居第2位,较对照丹玉13号增产32.87%,较当地主栽品种增产16.15%,丰产指数 P_i 和 P'_i 分别为64.78%和59.09%,位居第4位和第2位。产量变异系数 CV 和回归系数 b_i 均较小。高稳系数 HSC_i 为86.02%,位居第2位。说明农大3138属于高产稳产型品种,具有较好的适应性,可在高海拔山区大面积推广种植。

陕资1号 平均产量为7375.20 kg/hm²,位居第3位,较对照丹玉13号增产30.31%,较当地主栽品种增产14.06%。丰产指数 P_i 和 P'_i 分别为70.45%和61.36%,位居第1位。产量变异系数 CV 和回归系数 b_i 均很小。高稳系数 HSC_i 为87.41%,位居第1位。说明陕资1号属于高产稳产型品种,具有很好的适应性,可在高海拔山区大面积推广种植。

成单18号 平均产量为7133.70 kg/hm²,位

居第4位,较对照丹玉13号增产26.20%,较当地主栽品种增产10.33%,丰产指数 P_i 和 P_i' 分别为67.05%和48.86%,位居第3和第4位。产量变异系数 CV 和回归系数均较小。高稳系数 HSC_i 为80.28%,位居第4位。说明成单18号属高产稳产型品种,适应性较好,可在高海拔山区推广种植。

97Q-167 平均产量为6859.65 kg/hm²,位居第6位,较对照丹玉13号增产21.31%,较当地主栽品种增产6.05%。丰产指数 P_i 和 P_i' 分别为54.55%和42.05%,位居第5位。产量变异系数 CV 和回归系数均较小。高稳系数 HSC_i 为78.26%,位居第5位。说明97Q-167为丰产性和稳产性较好的品种,可在高海拔山区推广种植。

中单321 平均产量为6878.10 kg/hm²,位居第5位,较对照丹玉13号增产21.68%,较当地主栽品种增产6.3%,丰产指数 P_i 和 P_i' 分别为52.27%和35.23%,位居第7位。产量变异系数 CV 和回归系数 b_i 比较小。高稳系数 HSC_i 为73.73%,位居第7位。说明中单321为丰产性和稳产性较好的品种,可在高海拔山区推广种植。

川单19号 平均产量为6802.20 kg/hm²,位居第7位,较对照丹玉13号增产20.34%,较当地主栽品种增产5.20%,丰产指数 P_i 和 P_i' 分别为53.41%和37.5%,位居第6位。产量变异系数 CV 较大,为29.05%。高稳系数 HSC_i 为74.94%,位居第6位。说明川单19号的丰产性较好,而适应性一般,可在海拔1200 m以下的适宜地区推广种植。

陕单911 产量为6483.90 kg/hm²,位居第8位,较对照丹玉13号增产14.71%,较当地主栽品种增产0.36%。丰产指数 P_i 和 P_i' 分别为45.45%和30.68%,位居第8位和第9位。产量变异系数 CV 和回归系数 b_i 比较小。高稳系数 HSC_i 为69.30%,位居第9位。说明陕单911在高海拔地区的丰产性一般,稳定性虽较好,但在高海拔山区推广应用价值不大。

沈试29号和陕单972 产量水平均较低,其丰产性和稳产性在4个地点均较差。但生育期短,早熟性突出,在海拔1200 m以上地区表现一定的适应性,可在海拔1200 m以上的高海拔地区示范种植。

[参考文献]

- [1] 胡秉民,耿旭 作物稳定性分析法[M].北京:科学出版社,1993:23-29
- [2] Eberhart S A, Russell W A. Stability parameter for comparing varieties[J]. Crop Sci, 1966, 6(2): 6-10
- [3] 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
- [4] 杨金慧,袁公选,温振民,等 抗逆、高产玉米杂交种陕资1号的稳定性分析[J]. 西北植物学报, 1999, 19(4): 678-682
- [5] 王江民,李雁 高稳系数法分析玉米新品种高产稳产性[J]. 玉米科学, 1998, 6(4): 26-28
- [6] 莫惠栋,曹桂英 作物品种区试资料的非参数度量[J]. 中国农业科学, 1999, 32(4): 85-91
- [7] 蒋佰福 玉米区试品种稳定性分析[J]. 玉米科学, 1999, 7(2): 36-38
- [8] 杨义群 回归设计及多元分析——在农业中的应用[M]. 陕西杨陵:天则出版社,1990:146-156

A adaptability analysis of new maize varieties in high elevation mountain of Qinba

XUE Ji-quan, MA Guo-sheng, LU Hai-dong

(Research Institute of Maize, College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract Through increased production percent of yield, distinct difference, variance coefficient method, regression coefficient method, high stabilization coefficient method and non-parameter tolerance method etc, adaptability of ten new maize varieties are analyzed at four pot of high elevation mountain areas in this paper. The result showed that the six varieties had higher production potential and stronger stability and were provided with favorable adaptability, which are Nongda 108, Nongda 3138, Shaanzi No. 1, Chengdan No. 18, 97Q-167 and Zhongdan 321.

Key words: maize variety; yield adaptability; variance coefficient; regression coefficient; high stabilization coefficient; non-parameter tolerance; Qinba mountainous region