

非参数统计法在绿豆区试中的应用及其分析*

高小丽¹, 冯佰利¹, 高金锋¹, 孙平阳², 张 宾¹, 柴 岩¹

(1 西北农林科技大学 农学院; 2 资源环境学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘 要] 应用秩次变量 n_{ij} 和 n'_{ij} , 非参数统计量 P_i , P'_i , S_i 和 D_j 描述了 2001 年国家绿豆品种区试资料的基本特征, 并对参试品种进行综合评判。结果表明: 绿豆区试品种间丰产性和稳定性存在显著差异, 9239-8 和 9309-22 是丰产性和稳定性较好的品种。20 个试点中有 14 个试点对品种差异具有较高的分辨力, 其中分辨力最高的试点为山西长治, 发现 80.0% 的差数显著。

[关键词] 绿豆; 秩次变量; 非参数统计; 环境鉴别力

[中图分类号] S522.037

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2003)04-0045-04

优良品种是农业生产中提高单位面积产量和产值的最关键因素。一个新品种能否大面积推广应用, 必须通过多年多点的品种区域化试验, 以确定品种的适应性、丰产性和稳定性, 为品种鉴定和审定以及品种布局区域化提供科学依据^[1]。为了从区试资料中获得供试品种的准确信息, 20 世纪 80 年代以来, 研究者开始将非参数统计法引入作物区试资料的分析^[2~5]。非参数统计法以产量低于或显著低于 V_i 的品种的出现率度量丰产性; 用 V_i 品种在各种环境的秩次的平均变异 S_i 度量该品种的产量稳定性; 用环境 L_j 品种间的显著差数的出现率 D_j 度量环境鉴别力, 有效解决了传统分析方法中存在的如各种环境的试验误差不同质、基因型和环境水平不独立、试验资料不平衡等方面的问题。本研究应用非参数统计法的基本原理^[6], 通过对 2001 年国家绿豆区域试验资料的分析, 以探讨非参数统计法在绿豆品种综合评判中的应用。

1 材料和方法

1.1 材 料

以 2001 年国家绿豆品种区域试验产量结果为材料。试验按统一方案进行, 随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 10 m^2 。参试品种 11 个, 即 V_1 (大鹦哥绿 686)、 V_2 (保 942-34)、 V_3 (保 865-18-13)、 V_4 (冀绿 2 号)、 V_5 (9309-22)、 V_6 (9239-8)、 V_7 (品 9872)、 V_8 (YL 95-18)、 V_9 (安 9204)、 V_{10} (安 9822)、 V_{11} (郑 90-1)。参试点 20 个, 即 L_1 (黑龙江哈尔滨)、 L_2 (吉林白

城)、 L_3 (辽宁沈阳)、 L_4 (内蒙翁牛特旗)、 L_5 (河北保定)、 L_6 (河北石家庄)、 L_7 (河北承德)、 L_8 (北京)、 L_9 (陕西榆林)、 L_{10} (陕西大荔)、 L_{11} (陕西杨凌)、 L_{12} (山西大同)、 L_{13} (山西长治)、 L_{14} (山西太谷)、 L_{15} (新疆石河子)、 L_{16} (河南安阳)、 L_{17} (河南郑州)、 L_{18} (江苏泰兴)、 L_{19} (湖南长沙)、 L_{20} (云南丽江)。

1.2 方 法

设 i 品种 ($i = 1, 2, \dots, v$) 在 j 环境 ($j = 1, 2, \dots, l$) 的试验产量为 X_{ij} , 则 n_{ij} 为 j 环境中产量低于 V_i 的品种数目, n'_{ij} 为 j 环境中产量显著低于 V_i 的品种数目, $P_i/\% = [\sum n_{ij}/l(v-1)] \times 100\%$, $P'_i/\% = [\sum n'_{ij}/l(v-1)] \times 100\%$ 。

$S_i = 2 \sum |n_{ij} - n_{ij}|/l(l-1)$, ($j, j' = 1, 2, \dots, l; j \neq j'$)

$D_j/\% = [2 \sum n'_{ij}/v(v-1)] \times 100\%$ 。

式中, P_i 和 P'_i 为品种丰产性指数, 分别表示产量低于或显著低于 V_i 品种的出现率; S_i 为品种的稳定性指数, 表示 V_i 在各种环境中的产量秩次的变异; D_j 为环境或试验的鉴别力指数, 表示环境 L_j 中品种间显著差数的出现率。

2 结果与分析

2.1 丰产性分析

表 1 为 2001 年国家绿豆品种区试中 11 个品种

* [收稿日期] 2002-09-12

[基金项目] 国家小宗粮豆新品种区域试验(国家绿豆品种区域试验)

[作者简介] 高小丽(1968-), 女, 陕西宁强人, 讲师, 主要从事作物高产生理及小宗粮豆作物产业开发研究。

在 20 个试点 3 个重复小区的平均籽粒产量(kg)。未行的单尾LSD 值由各试点资料算出^[7,8]。

将 j 环境中产量低于和显著低于 V_i 的品种数目 n_{ij} , n'_{ij} 列于表 2 和表 3 中,并计算出 P_i 和 P'_i 。结果表明: V_6 (9239-8) 是丰产性最佳的品种,产量低于和显著低于 V_6 的品种出现率分别为 77. 0% 和

52. 0%; 其次是 V_5 (9309-22)、 V_2 (保 942-34)、 V_{11} (郑 90-1) 和 V_4 (冀绿 2 号); V_8 (YL 95-18) 丰产性最差,产量低于和显著低于 V_8 的品种出现率分别为 6. 8% 和 3. 0%,这主要是由于该品种的生育期较长,在大部分试点不能正常成熟所致。

表 1 11 个绿豆品种(V_i) 在 20 个试点(L_j) 的区域试验小区产量结果

Table 1 Grain yield (X_{ij} , kg) of 11mungbean varieties in 20 trial sites												kg
L	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8	V_9	V_{10}	V_{11}	LSD _{0.05}
L_1	0.631	2.202	0.560	0.643	0.923	1.295	0.738	-	0.690	0.580	0.881	0.169
L_2	1.010	1.154	0.949	1.049	1.145	1.226	1.172	-	0.866	1.095	0.881	0.088
L_3	1.960	1.870	2.090	1.700	1.990	2.430	2.170	0.720	1.950	1.200	2.090	0.368
L_4	1.180	1.050	0.870	0.810	0.950	1.270	0.880	-	0.880	0.950	1.450	0.239
L_5	1.920	2.834	2.383	2.832	2.296	2.410	2.308	-	2.644	2.277	2.611	0.313
L_6	0.610	1.433	0.833	1.066	0.742	0.789	0.375	-	0.814	0.464	0.947	0.183
L_7	1.105	0.618	0.775	1.089	1.326	0.983	0.738	0.025	0.987	0.427	0.454	0.251
L_8	2.439	2.202	1.930	2.254	1.837	2.148	2.385	-	1.820	1.656	1.809	0.221
L_9	1.410	1.640	1.240	1.390	1.690	1.920	2.010	1.740	1.740	1.220	1.920	0.224
L_{10}	1.410	1.586	1.375	1.469	1.473	1.346	1.343	0.807	1.265	1.152	1.405	0.170
L_{11}	0.913	1.538	1.206	1.471	1.266	1.509	1.476	0.549	1.422	1.508	1.474	0.293
L_{12}	1.220	1.240	1.090	1.040	1.490	1.410	1.420	1.130	1.050	0.990	1.290	0.099
L_{13}	0.298	0.201	0.239	0.354	0.463	0.465	0.149	0.212	0.449	0.116	0.651	0.067
L_{14}	0.283	0.323	0.560	0.727	1.390	0.797	0.270	0.130	0.480	0.377	0.403	0.148
L_{15}	2.161	1.574	1.574	1.880	2.377	2.315	2.469	1.234	1.977	1.451	2.129	0.351
L_{16}	0.710	1.610	1.220	1.540	1.310	1.300	1.030	-	1.060	1.360	1.240	0.149
L_{17}	2.080	2.570	2.320	2.610	2.500	2.600	2.290	-	2.570	2.470	2.600	0.309
L_{18}	1.260	1.910	1.540	2.180	2.280	2.630	2.410	-	2.080	2.210	1.46	0.291
L_{19}	1.260	1.380	1.490	1.350	1.580	1.370	1.377	-	1.440	1.520	1.410	0.116
L_{20}	1.100	0.850	1.050	1.080	1.140	1.220	1.230	0.770	0.870	1.180	1.270	0.206
$\bar{X}_i$	1.248	1.404	1.265	1.427	1.498	1.572	1.414	0.732	1.351	1.210	1.419	
名次Order of superiority	9	6	8	3	2	1	5	11	7	10	4	

表 2 表 1 资料的非参数变量 n_{ij} 及其统计数 P_i

Table 2 Nonparametric variate n_{ij} and its statistic P_i for the data in table 1

V	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈	L ₉	L ₁₀	L ₁₁	L ₁₂	L ₁₃	L ₁₄	L ₁₅	L ₁₆	L ₁₇	L ₁₈	L ₁₉	L ₂₀	$\sum n_{ij}$	$P_i/\%$	名次 Order of superiority				
V ₁	3	4	5	8	1	3	9	10	3	7	1	5	5	2	7	1	1	1	1	2	79	0	39.5	9			
V ₂	10	8	3	7	10	10	3	7	4	10	10	6	2	3	2	5	10	6	5	4	5	5	126	0	63.0	3	
V ₃	1	3	7	5	2	5	7	5	5	1	5	2	3	4	7	2	5	4	3	3	8	3	81	0	40.5	8	
V ₄	4	5	2	1	9	9	8	8	2	8	5	1	6	8	4	9	10	6	2	8	115	0	57.5	5			
V ₅	8	7	6	5	5	3	4	10	4	5	9	3	10	8	10	9	7	5	8	10	9	140	5	70.3	2		
V ₆	9	10	10	9	6	5	6	6	8	5	4	9	8	9	9	8	6	8	5	10	3	10	154	0	77.0	1	
V ₇	6	9	9	3	5	4	1	4	9	10	3	7	9	1	1	10	2	2	9	4	6	109	5	54.8	6		
V ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	6	5	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	13	5	6.8	11		
V ₉	5	1	4	3	5	8	6	7	3	6	5	2	4	2	7	6	5	3	6	5	5	7	4	95	5	47.8	7
V ₁₀	2	6	1	5	5	2	2	1	1	0	1	8	0	0	4	1	8	4	7	9	1	63	5	31.8	10		
V ₁₁	7	2	7	5	10	7	8	2	2	8	5	6	6	7	10	5	6	5	8	5	2	6	7	122	5	61.3	4

表 3 表 1 资料的非参数变量 n_{ij}' 及其统计数 P_i'

Table 3 Nonparametric variate n_{ij}' and its statistic P_i' for the data in table 1

V_i	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{11}	L_{12}	L_{13}	L_{14}	L_{15}	L_{16}	L_{17}	L_{18}	L_{19}	L_{20}	$\sum n_{ij}'$	$P_i' / \%$	名次 Order of superiority
V_1	1	3	2	5	1	2	6	8	0	2	1	4	4	1	4	1	1	1	1	1	49 0	24 5	9
V_2	10	7	2	2	7	10	1	6	4	8	3	5	1	1	0	9	2	4	2	1	85 0	42 5	3
V_3	1	1	3	1	2	4	3	2	0	2	1 5	1	2	6	0	4	1	1	4	1	40 5	20 3	10
V_4	1	4	2	1	7	8	6	6	0	3	2	0	5	8	2	9	3	4	1	2	74 0	37 0	5
V_5	7	6	2	1	2	3	8	2	4	3	2	8	7	10	6	4	2	5	8	4	94 0	47 0	2
V_6	9	7	7	6	2	3	4	5	6	2	3	8	7	8	5	4	3	9	1	5	104 0	52 0	1
V_7	2	6	3	1	2	1	3	7	8	2	2	8	0	0	6	2	1	6	2	1	63 0	31 5	7
V_8	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	6 0	3 0	11
V_9	1	1	2	1	5	4	4	1	4	1	2	0	7	4	4	2	2	4	2	1	52 0	28 0	8
V_{10}	1	3	1	1	2	1	1	1	0	1	3	0	0	1	0	4	2	5	6	1	34 0	17 0	6
V_{11}	6	1	3	9	4	5	1	1	8	2	2	5	10	1	4	4	3	1	2	2	74 0	37 0	4

2 2 稳定性分析

该试验中, $\sum Z_i = 77.022 > \chi^2_{0.01, 11} = 24.72$ (表 4), 表明绿豆品种区域试验的 11 个品种间产量稳定性存在极显著差异, 其中 S_i 间的显著差数有 14 个, 与平均稳定性 ($\mu = 3.636$) 差异显著的品种有 6 个。稳定性较好的品种有 V_8 (YL 95-18)、 V_9 (安 9204)、 V_3 (保 865-18-13)、 V_6 (9239-8)、 V_5 (9309-22)、 V_{11} (郑 90-1); 稳定性较差的品种有 V_7 (品 9872)、 V_4 (冀绿 2 号)。 V_6 (9239-8) 和 V_5 (9309-22) 是丰产性和稳产性均较好的品种。稳定性较差的品种, 如果丰产性符合要求, 应注意其适应地区, 如 V_2 (保 942-34) 较适宜于在 L_1 (黑龙江哈尔滨)、 L_5 (河北保定)、 L_6 (河北石家庄)、 L_{10} (陕西大荔)、 L_{11} (陕西杨陵)、 L_{16} (河南安阳) 种植 (表 2)。

表 4 11 个品种在 20 个试点的产量稳定性指数 S_i 及其显著性

Table 4 Yield stability index S_i and its significance for 11 mungbean varieties in 20 trial sites

V_i	S_i	Z_i	S_i 间的差数及其显著性 Difference among S_i and its significance									
			LSD _{0.05} = 1.101					LSD _{0.01} = 1.477				
V_7	3.845	0.277										
V_4	3.458	0.201	0.387									
V_2	3.426	0.279	0.419	0.032								
V_{10}	3.366	0.462	0.479	0.092	0.060							
V_1	3.321	0.629	0.524	0.137	0.105	0.045						
V_{11}	2.850	3.915*	0.995	0.608	0.576	0.516	0.471					
V_5	2.834	4.076*	1.011	0.624	0.592	0.532	0.487	0.016				
V_6	2.400	9.681**	1.445*	1.058	1.026	0.966	0.921	0.45	0.434			
V_3	2.379	10.013**	1.466*	1.079	1.047	0.987	0.942	0.471	0.455	0.021		
V_9	2.303	11.260**	1.542**	1.155*	1.123*	1.063	1.018	0.547	0.531	0.097	0.076	
V_8	1.245	36.229**	2.600**	2.213**	2.181**	2.121**	2.076**	1.605**	1.589**	1.155*	1.134*	1.058

注 (Note): $\sum Z_i = 77.022^*$, $\chi^2_{0.01, 11} = 24.72$, $\chi^2_{0.05, 11} = 3.84$, $\chi^2_{0.1, 11} = 6.63$.

2 3 环境鉴别力分析

将计算出的环境鉴别力指数 (D_j) 列于表 5, 结果表明: 品种间差数显著的出现率 D_j 在 50% 以上的试点有 14 个, 表明这些试点对品种差异具有较高的分辨力。其中分辨力最高的试点是 L_{13} (山西长治), 为 80.0% 的差数显著; 分辨力最低的试点是 L_{20} (云南丽江), 仅发现 17.3% 的差数为显著, 这可能是云南丽江点在绿豆播种出苗后持续干旱, 加之地下害虫的危害, 造成严重缺苗所致。

表 5 11 个品种在 20 个试点的环境鉴别力指数 D_j

Table 5 Environment differentiation index for 11 mungbean varieties in 20 trial sites

L_j	$\sum n_{ij}'$	$D_j/\%$	名次 Order of superiority	L_j	$\sum n_{ij}'$	$D_j/\%$	名次 Order of superiority
L ₁	39	70.9	8	L ₁₁	21.5	39.1	17
L ₂	39	70.9	8	L ₁₂	40	72.7	5
L ₃	27	49.9	15	L ₁₃	44	80.0	1
L ₄	28	50.9	14	L ₁₄	40	72.7	5
L ₅	34	61.8	12	L ₁₅	31	56.4	13
L ₆	41	74.5	3	L ₁₆	43	78.2	2
L ₇	37	67.3	11	L ₁₇	20	36.4	18
L ₈	39	70.9	8	L ₁₈	40	72.7	5
L ₉	38	69.1	10	L ₁₉	29	26.4	19
L ₁₀	26	47.3	16	L ₂₀	19	17.3	20

3 结论与讨论

运用非参数统计法中 P_i 和 P_i' 度量绿豆品种丰产性, 统计程序直观, 意义明确。以 i 个品种在各种环境秩次的平均变异度量该品种的产量稳定性, 由于秩次共有 v 个级别和应用互差, 可提高稳定性测定的灵敏度。用品种间的显著差数的出现率 D_j 描述环境分辨品种差异的能力, 对于试验点的选择具有指导意义。

与传统统计法相比, 非参数统计法不仅方法

简单, 而且能更全面地反映区域试验提供的信息, 应用这种方法对品种选优、示范、推广具有重要的参考价值。

分析结果表明, 参加 2001 年国家绿豆区试的 11 个品种中, V_6 (9239-8) 和 V_5 (9309-22) 是丰产性和稳定性均较好的品种, 可在继续区试的同时进行生产试验。对于丰产性较好, 而稳定性一般的品种, 如 V_2 (保 942-34)、 V_{11} (郑 90-1) 等可在其适宜地区进行生产试验。分析结果与田间观察结果一致。

[参考文献]

- [1] 金文林, 白琼岩. 作物区试中品种产量性状评价的秩次分析法[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 632-638
- [2] 莫惠栋, 曹桂英. 作物品种区试资料的非参数量度[J]. 中国农业科学, 1999, 32(4): 85-91
- [3] 何川, 毛金雄, 李钟. 玉米品种区试资料的非参数量度[J]. 玉米科学, 2001, 9(1): 34-36
- [4] 郭其茂, 杨立明, 房伯平, 等. 甘薯品种区试资料的非参数量度[J]. 杂粮作物, 2002, 22(2): 87-89
- [5] 潘国元. 非参数统计法在玉米区试品种综合评判中的应用[J]. 杂粮作物, 2001, 21(5): 4-6
- [6] 莫惠栋. 农业试验设计[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1994. 119, 137-149
- [7] 南京农业大学. 田间试验与统计方法[M]. 北京: 农业出版社, 1992. 147-150, 299
- [8] 胡小平, 王长发. SAS 基础及统计实例教程[M]. 西安: 西安地图出版社, 2001. 107-109

Application and analysis of the nonparametric measures for regional trial of mungbean varieties

GAO Xiao-li¹, FENG Bai-li¹, GAO Jin-feng¹, SUN Ping-yang², ZANG Bin¹, CHAI Yan¹

(1 College of Agronomy; 2 College of Resources and Environmental Science, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shanxi 712100, China)

Abstract: Two rank variates n_{ij} and n_{ij}' for the i th variety in j environment, and four nonparametric measures P_i , P_i' , S_i and D_j were introduced to describe the basic characteristics of mungbean regional trial data at whole nation in 2001. The results indicated that there were marked differences in productivity and stability between varieties. 9239-8 and 9309-22 are excellent varieties in both productivity and stability. Environment differentiation was high at fourteen locations, Changzhi station in Shanxi was the highest and found out 80.0% difference significantly.

Key words: mungbean; rank variates; nonparametric statistics; environment identification potency index