

灰色关联度分析法在夏绿豆区域试验品种评价中的应用*

孙健敏¹, 高小丽², 高金锋², 王鹏科²

(1. 西北农林科技大学 信息工程学院, 陕西杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 农学院, 陕西杨凌 712100)

摘 要: 应用灰色关联度分析法对 2006—2008 年国家夏播绿豆区域试验 10 个参试品种(系)的 9 项主要指标进行了综合分析, 结果表明, XLD09 与参考品种的加权关联度最大(0.8136), 综合表现最优, XLD03 次之(0.7943)。该结果与品种实际表现一致。灰色关联度分析法简便易行, 可作为传统评价区试品种的一种补充方法, 推广应用于国家小宗粮豆区域试验中。

关键词: 灰色关联度分析; 绿豆; 品种评价

中图分类号: S522 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-1389(2010)03-0123-04

Application of the Grey Correlative Degree Analysis in Comprehensive Evaluation for Mungbean Varieties of Regional Trial

SUN Jianmin¹, GAO Xiaoli², GAO Jinfeng² and WANG Pengke²

(1. College of Information Engineering, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China;

2. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling Shaanxi 712100, China)

Abstract: The grey correlative degree analysis was conducted to comprehensively evaluate nine key indicators of 10 tested mungbean varieties in regional trial in 2006—2008. The results showed that XLD09 had the largest weighted correlative degree (0.8136) and the most synthesizing characters with the reference variety; XLD03 ranked the second place (0.7943), which was consistent with actual performance of the varieties. Since the simplicity of the grey correlative degree analysis methods, it could widely used as a complement to traditional evaluation methods, in the evaluation of minor grain crops varieties in regional trials.

Key words: Grey correlative degree analysis; Mungbean; Variety evaluation

农作物品种区域试验是新品种从选育到大田生产推广的重要桥梁和纽带, 其结果是品种审定和品种合理布局的重要依据^[1]。因此, 客观、公正、全面的综合分析和评价参试品种是非常重要的。目前对农作物区试结果的分析多限于产量单一性状的方差分析和多重比较, 而没有充分利用区域试验所调查的多个性状进行综合而量化的评价, 不仅分析方法繁琐, 而且有较强的局限性^[2]。片面认为一个品种只要产量高就是最优的品种, 而实际上品种的优劣, 不仅决定于产量, 而且和其

他性状密切相关^[3]。灰色关联分析在多个性状的综合而定量评价上, 克服了单靠产量性状评价品种优劣的弊端, 能够更加全面、准确地揭示事物的本质^[4]。灰色系统理论和关联分析自 1988 年由邓聚龙^[5]提出以来, 被广泛应用于水稻^[6-7]、小麦^[8-9]、玉米^[10-11]、大豆^[12-13]等作物品种的综合评判及品种选育等方面, 都取得了较好的效果, 应用范围日趋扩大^[14-17]。本文采用灰色关联度分析方法对 2006—2008 年国家夏播区绿豆区域试验结果进行综合分析, 探讨绿豆区试品种评价方法, 为

* 收稿日期: 2009-04-24 修回日期: 2009-10-02
基金项目: “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD02B08); 公益性行业(农业)科研专项(nyhyzx07-17); 西北农林科技大学人才基金项目共同资助。
作者简介: 孙健敏(1969—), 男, 陕西洛南人, 副教授, 主要从事计算机应用及试验数据的计算机处理等方面的教学和研究工作。
E-mail: sjm@nwsuaf.edu.cn

绿豆品种的鉴定、推广以及国家小宗粮豆作物区试资料评价方法的研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

以 2006—2008 年国家夏播区绿豆区域试验的 10 个参试品种(系)为试验材料,品种(系)依次为 XLD01(冀绿 9802)、XLD02(冀黑绿 9832)、XLD03(保 942-34)、XLD04(保 9808-16)、XLD05(保 9815-36)、XLD06(郑 03-94)、XLD07(2002-4-16)、XLD08(2001-569)、XLD09(安 05-4)、XLD10(安 04-9)。

1.2 试验设计

试验于 2006—2008 年在夏播绿豆产区进行,试验点共 11 个,分别为北京、河北保定、石家庄、陕西杨凌、岐山、广西南宁、江苏如皋、南京、山东潍坊、河南郑州、安阳。试验采用随机区组设计,3 次重复,小区面积 10 m²,并按照国家夏绿豆区域试验方案实施,按统一标准进行田间管理和调查记载,调查分析的主要性状为生育日数、株高、主茎分枝数、主茎节数、单株荚数、荚长、荚粒数、千粒质量、籽粒产量等 9 个指标。由于参试点均为夏播绿豆产区,绿豆生育期间的生态条件基本一致,因此,以 11 个试点汇总结果进行灰色关联度分析。

1.3 分析原理与方法

应用灰色关联分析法,把所有参试品种(系)视为一个灰色系统,每个品种(系)为该系统的一个因素,把新品种选育目标与各个参试品种(系)优良性状的上限指标结合起来,构建一个适于目

前生产条件下的“理想品种”作为参考品种,以参考品种各项性状指标值构建参考数列 $X_0(k)$,以各参试品种(系)各项性状指标值构建比较数列 $X_i(k)(i=1,2,3,\cdots,m;k=1,2,3,\cdots,n)$ 。其中 m 为参试品种数, n 为评估性状数),然后计算各参试品种(系)与参考品种之间的关联度。关联度大的参试品种(系)则表示该品种的综合性状优良,反之,则综合性状差。

2 结果与分析

2.1 确定参考品种,构建参考数列和比较数列

根据灰色关联度分析的原理,为保证关联度的正向性,考虑品种的区域适应性,参考品种 X_0 的各性状值根据夏播绿豆产区的生态条件和育种目标来确定,近年来夏绿豆仍以高产、中早熟直立型品种为主要育种目标,因此,参考品种 X_0 的生育日数、株高、主茎分枝数、主茎节数等性状取 10 个参试品种(系)的平均值,单株荚数、荚粒数、千粒质量、产量等产量性状取所有参试品种(系)相应性状的最佳表现值。参考品种和各参试品种(系)的主要性状值见表 1。

2.2 数据无量纲化处理

如果参考数列与比较数列单位不同,在关联分析前必须进行无量纲化处理。本试验中各参试品种(系)和参考品种的单位是一致的,但由于同一品种的各性状值相差较大,为了便于统计分析,也需进行适当的处理,即将各参试品种(系)性状值除以参考品种相应的性状值,得出一个标准的无量纲化数值序列(表 2)。

表 1 参试品种(系)和参考品种主要性状表现

Table 1 Main characters of tested varieties and reference variety

品种 Variety	生育日数/d Growing period	株高/cm Plant height	主茎分枝 Branches of main stem	主茎节数 Nodes of main stem	单株荚数 Pods	荚长/cm Bean length	荚粒数 Seeds	千粒质量/g 1000-seed weight	产量 /(kg/hm ²) Yield
X ₀	62	52.0	3.7	10.9	26.8	10.2	11.5	69.9	1589.0
XLD01	60	49.1	3.0	9.7	23.2	10.1	10.5	67.4	1561.5
XLD02	59	45.6	3.6	10.5	25.9	8.8	10.6	51.1	1386.5
XLD03	61	46.4	4.2	11.1	26.8	9.7	11.0	57.9	1575.3
XLD04	61	47.1	4.2	10.9	25.7	9.8	10.8	59.0	1558.4
XLD05	61	46.8	4.2	10.7	26.6	9.6	11.2	56.2	1551.5
XLD06	61	49.7	3.7	10.8	24.1	9.9	10.3	67.4	1482.8
XLD07	61	55.2	2.8	11.1	22.3	9.9	10.6	69.9	1372.0
XLD08	67	66.7	3.4	12.4	20.6	9.8	10.8	67.6	1400.5
XLD09	62	57.8	4.1	11.6	25.5	9.9	11.5	60.9	1589.0
XLD10	62	55.2	3.7	10.2	23.4	10.2	10.7	63.6	1511.3

表 2 原始数据无量纲化处理

Table 2 Dimensionless results of the original data

品种 Variety	生育日数 Growing period k1	株高 Plant height k2	主茎分枝 Branches of main stem k3	主茎节数 Nodes of main stem k4	单株荚数 Pods k5	荚长 Bean length k6	荚粒数 Seed k7	千粒质量 1000-seed weight k8	产量 Yield k9
X ₀	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
XLD01	0.9677	0.9442	0.8108	0.8899	0.8657	0.9902	0.9130	0.9642	0.9827
XLD02	0.9516	0.8769	0.9730	0.9633	0.9664	0.8627	0.9217	0.7310	0.8726
XLD03	0.9839	0.8923	1.1351	1.0183	1.0000	0.9510	0.9565	0.8283	0.9914
XLD04	0.9839	0.9058	1.1351	1.0000	0.9590	0.9608	0.9391	0.8441	0.9807
XLD05	0.9839	0.9000	1.1351	0.9817	0.9925	0.9412	0.9739	0.8040	0.9764
XLD06	0.9839	0.9558	1.0000	0.9908	0.8993	0.9706	0.8957	0.9642	0.9332
XLD07	0.9839	1.0615	0.7568	1.0183	0.8321	0.9706	0.9217	1.0000	0.8634
XLD08	1.0806	1.2827	0.9189	1.1376	0.7687	0.9608	0.9391	0.9671	0.8814
XLD09	1.0000	1.1115	1.1081	1.0642	0.9515	0.9706	1.0000	0.8712	1.0000
XLD10	1.0000	1.0615	1.0000	0.9358	0.8731	1.0000	0.9304	0.9099	0.9511

表 3 各参试品种(系)与参考品种的绝对差值

Table 3 Absolute difference of each tested variety and reference variety

品种 Variety	生育日数 Growing period Δ1	株高 Plant height Δ2	主茎分枝 Branches of main stem Δ3	主茎节数 Nodes of main stem Δ4	单株荚数 Pods Δ5	荚长 Bean length Δ6	荚粒数 Seed Δ7	千粒质量 1000-seed weight Δ8	产量 Yield Δ9
XLD01	0.0323	0.0558	0.1892	0.1101	0.1343	0.0098	0.0870	0.0358	0.0173
XLD02	0.0484	0.1231	0.0270	0.0367	0.0336	0.1373	0.0783	0.2690	0.1274
XLD03	0.0161	0.1077	0.1351	0.0183	0.0000	0.0490	0.0435	0.1717	0.0086
XLD04	0.0161	0.0942	0.1351	0.0000	0.0410	0.0392	0.0609	0.1559	0.0193
XLD05	0.0161	0.1000	0.1351	0.0183	0.0075	0.0588	0.0261	0.1960	0.0236
XLD06	0.0161	0.0442	0.0000	0.0092	0.1007	0.0294	0.1043	0.0358	0.0668
XLD07	0.0161	0.0615	0.2432	0.0183	0.1679	0.0294	0.0783	0.0000	0.1366
XLD08	0.0806	0.2827	0.0811	0.1376	0.2313	0.0392	0.0609	0.0329	0.1186
XLD09	0.0000	0.1115	0.1081	0.0642	0.0485	0.0294	0.0000	0.1288	0.0000
XLD10	0.0000	0.0615	0.0000	0.0642	0.1269	0.0000	0.0696	0.0901	0.0489

2.3 求绝对差值及最大、最小差值

根据绝对差值的计算公式 $\Delta_i(k) = |X_0(k) - X_i(k)|$, ($i = 1, 2, 3, \dots, 10; k = 1, 2, 3, \dots, 9$), 首先计算出 $X_0(k)$ 与 $X_i(k)$ 各对应点的绝对差值, 结果见表 3。并根据表 3 的数据, 找出最大差值和最小差值, 分别为 $\max\Delta_i(k) = 0.2827$, $\min\Delta_i(k) = 0$ 。

2.4 求关联系数

关联系数的计算公式为:

$$\epsilon_i(k) = \frac{\min\Delta_i(k) + \rho \max\Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max\Delta_i(k)}$$

其中 $\epsilon_i(k)$ 表示关联系数, $\Delta_i(k)$ 表示绝对差值, ρ 表示分辨系数, 取值范围在 $[0, 1]$ 之间, 一般取值为 0.5, $\max\Delta_i(k)$ 和 $\min\Delta_i(k)$ 分别表示最大差值和最小差值。

$$\text{则 } \epsilon_i(k) = \frac{0 + 0.5 \times 0.2827}{\Delta_i(k) + 0.8 \times 0.2827} = \frac{0.14135}{\Delta_i(k) + 0.14135}$$

各参试绿豆品种(系)与参考品种的关联系数见表 4。

表 4 各参试品种(系)与参考品种的关联系数

Table 4 Correlative coefficient of each tested variety and reference variety

品种 Variety	生育日数 Growing period k1	株高 Plant height k2	主茎分枝 Branches of main stem k3	主茎节数 Nodes of main stem k4	单株荚数 Pods k5	荚长 Bean length k6	荚粒数 Seed k7	千粒质量 1000-seed weight k8	产量 Yield k9
XLD01	0.8140	0.7170	0.4276	0.5621	0.5128	0.9352	0.6190	0.7979	0.8910
XLD02	0.7449	0.5345	0.8396	0.7939	0.8079	0.5073	0.6435	0.3445	0.5260
XLD03	0.8977	0.5676	0.5113	0.8854	1.0000	0.7426	0.7647	0.4515	0.9426
XLD04	0.8977	0.6001	0.5113	1.0000	0.7752	0.7829	0.6989	0.4755	0.8799
XLD05	0.8977	0.5857	0.5113	0.8854	0.9496	0.7062	0.8441	0.4190	0.8569
XLD06	0.8977	0.7618	1.0000	0.9389	0.5840	0.8278	0.5754	0.7979	0.6791
XLD07	0.8977	0.6968	0.3676	0.8854	0.4571	0.8278	0.6435	1.0000	0.5085
XLD08	0.6369	0.3333	0.6354	0.5067	0.3793	0.7829	0.6989	0.8112	0.5438
XLD09	1.0000	0.5590	0.5666	0.6877	0.7445	0.8278	1.0000	0.5232	1.0000
XLD10	1.0000	0.6968	1.0000	0.6877	0.5269	1.0000	0.6701	0.6107	0.7430
ω _k	0.0500	0.0500	0.0500	0.0500	0.1500	0.1000	0.1000	0.1500	0.3000

2.5 求等权关联度和加权关联度

等权关联度和加权关联度的计算公式为：

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k) \qquad r_i' = \sum_{k=1}^n \omega_i(k)$$

式中 n 为评估性状数, ω_k 为加权系数(权重系数), r_i 为等权关联度, r_i' 为加权关联度。如果把各性状在等同条件下进行计算, 就得到等权关联度 r_i , 但在实践中, 反映品种优劣的各性状指标的重要性是不相同的, 因此, 根据当前夏绿豆育种

目标和夏播区的生态条件给不同性状赋予不同的权重系数 ω_k (表 4), 代入加权关联度计算公式可得到各参试品种(系)与参考品种的加权关联度。计算结果见表 5。

根据灰色关联分析的原则, 与参考品种关联度越大的参试品种(系)综合性能越理想。从以上结果可看出参试的绿豆品种(系)中 XLD09 的加权关联度最大, 综合表现最优, 而 XLD02 的加权关联度最小, 综合表现最差。

表 5 各参试品种(系)与参考品种的关联度及位次

Table 5 Correlative degree of each tested variety and reference variety and the order

品种 Variety	等权关联度 Eequal-weighted correlative degree	位次 Order	加权关联度 Weighted correlative degree	位次 Order	产量/(kg/hm ²) Yield	位次 Order
XLD01	0.6974	8	0.7453	5	1561.5	3
XLD02	0.6380	9	0.5914	10	1386.5	9
XLD03	0.7515	4	0.7943	2	1575.3	2
XLD04	0.7357	6	0.7502	4	1558.4	4
XLD05	0.7396	5	0.7614	3	1551.5	5
XLD06	0.7847	1	0.7312	6	1482.8	7
XLD07	0.6983	7	0.6606	8	1372.0	10
XLD08	0.5920	10	0.5955	9	1400.5	8
XLD09	0.7677	3	0.8136	1	1589.0	1
XLD10	0.7706	2	0.7298	7	1511.3	6

3 小 结

本轮夏播绿豆区试 10 个参试品种(系)籽粒产量结果顺序为 XLD09>XLD03>XLD01>XLD04>XLD05>XLD10>XLD06>XLD08>XLD02>XLD07。而利用灰色关联度分析法进行多因素综合评价分析, 按加权关联度评价参试品种(系)的优劣排序为 XLD09>XLD03>XLD05>XLD04>XLD01>XLD06>XLD10>XLD07>XLD08>XLD02。两者结果基本一致, 但个别品种表现一定差异, 如 XLD01 虽然产量略高于 XLD05, 但结合其他性状进行综合评价, XLD05 优于 XLD01。

本研究对夏播区参试绿豆品种进行综合评判时, 仅分析了对绿豆产量影响较大的 9 个性状, 还有一些性状如抗性、品质等性状未作分析, 随着人们生活水平的提高和保健意识的增强, 品质性状将会在绿豆品种选育中占较大份额。随着育种目标的变化, 应用灰色关联度分析法评价品种时, 各生态区应根据市场需要和生产实际确定评判指标、构建参考品种、确定各性状权重系数, 不断探索和完善评价方法, 为新品种的推广利用提供可靠依据。

参考文献:

[1] 刘华明, 沈 军. 提高农作物品种区域试验质量的思考[J]. 现代农业科技, 2008(1): 140-141.

[2] 刘禄详, 孙其信, 王士芸. 灰色系统理论应用于作物新品种综合评估初探[J]. 中国农业科学, 1989, 22(3): 22-27.

[3] 任 丽, 范君龙, 刘新浩, 等. 利用灰色系统理论对花生区域品种的综合分析评价[J]. 农业科技通讯, 2009(1): 76-79.

[4] 安有国, 李俊朋, 王素华. 模糊综合评判方法在品种审定中的应用[J]. 种子科技, 2000, 18(3): 166-167.

[5] 邓聚龙. 农业系统灰色理论与方法[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1988.

[6] 陈 晖, 周佳民, 黄 敏, 等. 中籼迟熟水稻农艺性状与产量的灰色关联度分析[J]. 种子, 2008, 27(11): 105-107.

[7] 王秀萍, 张国新, 鲁雪林, 等. 灰色关联度分析法综合评价水稻新品[J]. 中国农学通报, 2006, 22(8): 557-559.

[8] 邵秋红, 张树明, 何力剑. 灰色关联度分析在冬小麦品种评价中的应用[J]. 种子, 2008, 27(8): 93-94.

[9] 张建成, 张弘旭, 张汇娟, 等. 春小麦主要产量构成因素间的灰色关联度分析[J]. 内蒙古农业科技, 2008(3): 25-26.

[10] 杨引福, 李立坤, 郭 强, 等. 灰色综合评判在玉米新品种评价中的应用[J]. 农业科技通讯, 2008(4): 84-89.

[11] 张 健, 张兴端, 晏庆九, 等. 灰色关联度分析在玉米品种评价中的应用[J]. 玉米科学, 2006, 14(5): 52-55.

[12] 成雪峰, 张风云. 灰色关联分析法在夏大豆育种上的应用[J]. 大豆科学, 2009, 28(1): 31-35.

[13] 姜永平, 吴春芳, 刘水东. 灰色关联度分析法在鲜食大豆区试结果分析中的应用[J]. 现代农业科技, 2008(19): 221-223.

[14] 刘小全, 张远福, 刘春平, 等. 甘蔗新品种综合性状的灰色关联度分析[J]. 江西农业学报, 2008, 20(11): 176-177.

[15] 魏卫东, 井国智. 应用灰色关联度对 7 种紫花苜蓿品种生产性能综合评价[J]. 青海大学学报: 自然科学版, 2006, 24(3): 37-40.

[16] 杨晓容, 黄泽素, 王通强, 等. 运用灰色关联度综合分析甘蓝型杂交油菜新组合[J]. 贵州农业科学, 2004, 32(4): 40-42.

[17] 朱 鸿, 官德义, 杨 军, 等. 福建花生种质资源筛选及灰色关联度分析[J]. 福建农业学报, 2008, 23(4): 381-386.