东北农业科学 2017,42(5):20-24
Journal of Northeast Agricultural Sciences DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2017.05.004

灰色关联度分析法在花生品种综合评价上的应用

牛海龙,刘红欣,李伟堂,朱统国,王佰众,李晓伟,李玉发*,何中国*
(吉林省农业科学院花生研究所,吉林 公主岭 136100)

摘 要:运用灰色系统理论关联度分析法,对吉林省12个引进花生品种和1个对照品种的9个主要农艺性状进行分析,综合评价花生品种的优劣。结果表明:花小宝、花育23、阜花11、豫花9327、801、唐油4、花育28、白沙1016、远杂9847、锦9743-1、阜花12、山花7号、淮花8号的加权关联度分别为0.0665、0.0761、0.0688、0.0654、0.0746、0.0642、0.0722、0.0683、0.0666、0.0644、0.0674、0.0734、0.0779。淮花8号、花育23、801、山花7号、花育28、阜花11品种综合性状优良,适宜在吉林省推广种植。

关键词:灰色关联度;花生;农艺性状;评价
中图分类号:S565.2 **文献标识码**:A **文章编号**:1003-8701(2017)05-0020-05

Application of Grey Relational Grade Analysis in Comprehensive Evaluation of Peanut Varieties

NIU Hailong, LIU Hongxin, LI Weitang, ZHU Tongguo, WANG Baizhong, LI Xiaowei, LI Yufa*, HE Zhongguo*
(*Institute of Peanut Research, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling* 136100, China)

Abstract: 9 main agronomic characters of 12 introduced peanut varieties and 1 control varieties in Jilin province were analyzed by using grey system theory and relational grade analysis method. The results showed that weighted relational grade of Huaxiaobao, Huayu 23, Fuhua 11, Yuhua 9327, 801, Tangyou 4, Huayu 28, Baisha 1016, Yuanza 9847, Jin 9743-1, Fuhua 12, Shanhua 7, Huaihua 8 were 0.0665, 0.0761, 0.0688, 0.0654, 0.0746. 0.0642, 0.0722, 0.0683, 0.0666, 0.0644, 0.0674, 0.0734, 0.0779, respectively. Comprehensive characters of Huaihua 8, Huayu 23, 801, Shanhua 7, Huayu 28 and Fuhua 11 were excellent, which were suitable for planting in Jilin province.

Key words: Grey relational grade; Peanut; Agronomic characters; Evaluation

吉林省位于东北农牧交错区核心区域,是我国北方新兴的早熟花生主产区[1]。目前,花生种植业发展较快,主产区种植面积调研数据在27万hm^2左右,位居全国第9位,主产区集中在四平地区的双辽市、松原地区和白城地区,这些地区的气候条件能够满足中早熟花生品种生长发育的要求,种植品种主要以多粒型和珍珠豆型为主,品质好是我省花生生产的优势所在。随着我国农业供给侧结构性改革和"镰刀弯"地区玉米结构调整政策逐步实施,吉林省外贸、内销量的急剧增加,促使花生产业化进程加快,花生及其制品的市场需求量增大。吉林省花生育种研究时间比较短,与其他花生生产先进省份还存在一定的差距,优质、专用型品种缺乏,由于受传统种植观念和种植方式的影响,我省育成的花生新品种及其配套高产栽培技术得不到普遍的推广应用,自育的花生品种在生产上占的比例不大,目前吉林省花生平均公顷产量较低,低于全国平均水平,在农民不断追求花生产量及品质的情况下,现有的花生品种不能够满足种植的需要,在一定程度上依靠从外省份引进花生品种试种来满足当前生产的需要。

灰色系统理论是由邓聚龙[2]教授提出的,其灰色关联度分析法在其他作物品种上具有广泛的应用[3-10],而且都取得较好的效果。灰色关联度分析法在花生品种上已有部分研究,如王传堂等[11]利

收稿日期:2017-06-22
基金项目:吉林省农业科技创新工程花生育种创新团队项目(CXGC2017TD013);吉林省科技发展计划项目(20150307028NY);吉林省科技发展计划项目(20160412009XH);吉林省科技发展计划项目(2016CGB01)
作者简介:牛海龙(1975-),男,助理研究员,主要从事花生育种研究。
通讯作者:李玉发(1975-),男,副研究员,硕士,E-mail:Liyufa2000@163.com
何中国(1963-),男,研究员,E-mail:zg_h@163.com

用灰色关联度分析法在花生抗旱性等方面进行相关研究；李绍伟等[12]利用灰色关联度分析法对花生产量与农艺性状方面进行相关研究。目前，吉林省花生品种在育种、栽培等方面的研究有一定的相关报道[13-15]，应用灰色关联度分析法对花生品种进行分析研究的报道很少，结合目前吉林省花生生产和研究现状，本文运用灰色关联度分析方法，对我省花生主产区近几年外引的花生品种进行灰色关联度分析评价，目的是为了更好、更全面地了解我省引进的花生品种，使之合理利用，并筛选出适宜吉林省推广种植的花生品种。

1　材料与方法

1.1　参试材料

参试品种为花小宝、花育23、阜花11、豫花9327、801、唐油4号、花育28、远杂9847、锦9743-1、阜花12、山花7号、淮花8号，对照品种为白沙1016，参试品种由吉林省农业科学院花生研究所提供。

1.2　试验设计

试验设在吉林省农业科学院花生研究所试验地，随机区组排列，重复3次，4行区，行长4 m，行距0.60 m，小区面积9.6 m^2，播种密度为14万穴/hm^2，穴播，每穴2粒。田间管理同当地大田。收获时在小区中间2行内连续取5穴10株进行考种和全区测产，按照《农作物种质资源描述规范》进行主要农艺性状调查和考种工作。调查主要农艺性状及考种项目包括：主茎高、侧枝长、总分枝数、结果数、百果重、百仁重、500 g果数、出米率、荚果产量。

1.3　分析方法

根据灰色关联分析法，结合育种目标，构建一个参考品种X_0，然后用参考品种做比较，计算各参试品种与参考品种之间的关联度。关联度越大，说明该品种的综合性状优良，关联度越小，说明该品种的综合性状较差。

1.4　数据处理

运用灰色系统理论关联度分析法，通过16.05高级版DPS数据处理系统对试验结果进行处理。

2　结果分析

2.1　设定参考品种

参考品种X_0主要性状指标取值是一种理想状态的值，即参考品种各主要性状的取值要比各参试品种主要性状最大值还要大一点。各个品种的主要性状值见表1。

表1　参试品种和参考品种主要性状

代码	品种	主茎高（cm）	侧枝长（cm）	总分枝数（条）	结果数（个）	百果重（g）	百仁重（g）	500 g果数（个）	出米率（%）	平均亩产（kg）
X_0	参考品种	38.0	41.0	8.0	27.5	220.0	82.0	435.0	79.0	400.0
X_1	花小宝	32.5	36.8	5.7	21.2	166.0	62.3	351.5	72.7	345.9
X_2	花育23	34.4	38.6	6.5	27.1	135.3	54.1	432.0	70.7	374.3
X_3	阜花11	37.7	40.8	4.3	17.8	192.9	75.2	296.5	71.6	347.9
X_4	豫花9327	25.2	28.3	5.7	18.8	166.3	70.7	319.0	70.3	367.4
X_5	801	23.3	26.5	7.8	24.4	159.3	64.1	362.0	78.5	327.8
X_6	唐油4号	35.3	38.2	4.8	18.4	177.0	67.7	321.5	69.3	353.5
X_7	花育28	28.3	31.4	4.2	24.0	162.9	65.6	356.0	72.1	385.4
X_8	白沙1016	30.9	34.2	5.4	26.7	154.8	60.8	376.0	72.5	320.9
X_9	远杂9847	28.6	32.2	4.5	17.6	194.6	75.6	290.5	70.2	357.0
X_{10}	锦9743-1	32.1	35.0	5.2	18.9	164.3	66.0	353.0	72.6	330.6
X_{11}	阜花12	31.7	34.7	5.5	20.9	168.4	70.2	339.5	71.3	360.4
X_{12}	山花7号	30.4	33.7	6.3	24.2	217.0	80.0	262.8	69.7	350.7
X_{13}	淮花8号	37.1	40.9	5.6	20.9	203.7	77.4	276.5	71.5	393.1

2.2　数据无量纲化处理

由于表1中各数据单位不同，对其进行无量纲化处理，得到数据标准化处理值（表2）。

2.3　绝对差值计算

绝对差值的计算公式：

$$\Delta_i(k)=|X_0(k)-X_i(k)|(i=1,2,\cdots,m)(k=1,2,\cdots,n) \quad \cdots\cdots(1)$$

把表2数据代入上式，得到参试品种和参考品种的绝对差值（表3）。其中最小差值△min=0.0024，最大差值△max=0.475。

表2 数据无量纲化处理值

代码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_0	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
X_1	0.8553	0.8976	0.7125	0.7709	0.7545	0.7598	0.8080	0.9203	0.8646
X_2	0.9053	0.9415	0.8125	0.9855	0.6150	0.6598	0.9931	0.8949	0.9358
X_3	0.9921	0.9951	0.5375	0.6473	0.8768	0.9171	0.6816	0.9063	0.8698
X_4	0.6632	0.6902	0.7125	0.6836	0.7559	0.8622	0.7333	0.8899	0.9184
X_5	0.6132	0.6463	0.9750	0.8873	0.7241	0.7817	0.8322	0.9937	0.8194
X_6	0.9289	0.9317	0.6000	0.6691	0.8045	0.8256	0.7391	0.8772	0.8837
X_7	0.7447	0.7659	0.5250	0.8727	0.7405	0.8000	0.8184	0.9127	0.9636
X_8	0.8132	0.8341	0.6750	0.9709	0.7036	0.7415	0.8644	0.9177	0.8021
X_9	0.7526	0.7854	0.5625	0.6400	0.8845	0.9220	0.6678	0.8886	0.8924
X_{10}	0.8447	0.8537	0.6500	0.6873	0.7468	0.8049	0.8115	0.9190	0.8264
X_{11}	0.8342	0.8463	0.6875	0.7600	0.7655	0.8561	0.7805	0.9025	0.9011
X_{12}	0.8000	0.8220	0.7875	0.8800	0.9864	0.9756	0.6041	0.8823	0.8768
X_{13}	0.9763	0.9976	0.7000	0.7600	0.9259	0.9439	0.6356	0.9051	0.9827

表3 参试品种和参考品种的绝对差值

代码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_1	0.1447	0.1024	0.2875	0.2291	0.2455	0.2402	0.1920	0.0797	0.1354
X_2	0.0947	0.0585	0.1875	0.0145	0.3850	0.3402	0.0069	0.1051	0.0642
X_3	0.0079	0.0049	0.4625	0.3527	0.1232	0.0829	0.3184	0.0937	0.1302
X_4	0.3368	0.3098	0.2875	0.3164	0.2441	0.1378	0.2667	0.1101	0.0816
X_5	0.3868	0.3537	0.0250	0.1127	0.2759	0.2183	0.1678	0.0063	0.1806
X_6	0.0711	0.0683	0.4000	0.3309	0.1955	0.1744	0.2609	0.1228	0.1163
X_7	0.2553	0.2341	0.4750	0.1273	0.2595	0.2000	0.1816	0.0873	0.0364
X_8	0.1868	0.1659	0.3250	0.0291	0.2964	0.2585	0.1356	0.0823	0.1979
X_9	0.2474	0.2146	0.4375	0.3600	0.1155	0.0780	0.3322	0.1114	0.1076
X_{10}	0.1553	0.1463	0.3500	0.3127	0.2532	0.1951	0.1885	0.0810	0.1736
X_{11}	0.1658	0.1537	0.3125	0.2400	0.2345	0.1439	0.2195	0.0975	0.0989
X_{12}	0.2000	0.1780	0.2125	0.1200	0.0136	0.0244	0.3959	0.1177	0.1232
X_{13}	0.0237	0.0024	0.3000	0.2400	0.0741	0.0561	0.3644	0.0949	0.0173

2.4 求关联系数

关联系数的计算公式：

$$\xi_i(k) = \frac{\min_i \min_k \Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max_i \max_k \Delta_i(k)} \quad \cdots\cdots (2)$$

其中$\xi_i(k)$代表关联系数，$\Delta_i(k)$代表绝对差值，ρ代表分辨系数（取值0.5），可得到各参试品种和参考品种的关联系数（表4）。

表4 各参试品种和参考品种的关联系数表

代码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_1	0.6277	0.7058	0.4570	0.5141	0.4967	0.5022	0.5586	0.7563	0.6433
X_2	0.7222	0.8105	0.5645	0.9520	0.3854	0.4153	0.9816	0.7002	0.7952
X_3	0.9776	0.9897	0.3427	0.4065	0.6651	0.7488	0.4316	0.7243	0.6524
X_4	0.4177	0.4383	0.4570	0.4331	0.4981	0.6392	0.4758	0.6902	0.7518
X_5	0.3843	0.4058	0.9139	0.6850	0.4673	0.5263	0.5919	0.9840	0.5738
X_6	0.7774	0.7845	0.3763	0.4221	0.5540	0.5824	0.4813	0.6658	0.6781
X_7	0.4868	0.5087	0.3367	0.6576	0.4827	0.5483	0.5724	0.7386	0.8759
X_8	0.5654	0.5947	0.4265	0.8998	0.4493	0.4837	0.6430	0.7502	0.5510

续表4

代码	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X_9	0.4947	0.5306	0.3554	0.4015	0.6796	0.7604	0.4211	0.6876	0.6952
X_{10}	0.6107	0.6251	0.4083	0.4360	0.4889	0.5546	0.5631	0.7532	0.5836
X_{11}	0.5948	0.6132	0.4362	0.5024	0.5083	0.6290	0.5249	0.7161	0.7131
X_{12}	0.5483	0.5774	0.5331	0.6710	0.9554	0.9160	0.3787	0.6754	0.6651
X_{13}	0.9185	1.0000	0.4463	0.5024	0.7699	0.8171	0.3986	0.7217	0.9415

2.5　求关联度

等权关联度计算公式为：

$$\gamma_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}\xi_i(k) \quad \cdots\cdots(3)$$

将相关数值代入公式(3)，可得到各参试品种相对于参考品种的等权关联度。但花生各主要性状对品种综合评价的重要性是不一样的，必须用加权关联度才能客观地、正确评价花生品种优劣。结合育种目标和育种实践经验，对引进花生品种的主要性状分别赋予不同的权重系数(W_k)。本研究确定的权重系数为主茎高、侧枝长和总分枝数分别为0.02、单株结果数、百果重、百仁重和500 g果数分别为0.1、出米率为0.3、荚果产量为0.2。

加权关联度计算公式为：

$$\gamma'_i=\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}[W_k\xi_i(k)] \quad \cdots\cdots(4)$$

将相关数值代入公式(4)，可得各参试品种相对于参考品种的加权关联度，各参试品种关联度见表5。

表5　各参试品种和参考品种的关联度及位次

品种名称	平均亩产(kg)	位次	等权关联度	位次	加权关联度	位次
花小宝	345.9	10	0.5846	8	0.0665	10
花育23	374.3	3	0.7030	2	0.0761	2
阜花11	347.9	9	0.6598	3	0.0688	6
豫花9327	367.4	4	0.5335	13	0.0654	11
801	327.8	12	0.6147	5	0.0746	3
唐油4号	353.5	7	0.5913	7	0.0642	13
花育28	385.4	2	0.5786	10	0.0722	5
白沙1016	320.9	13	0.5960	6	0.0683	7
远杂9847	357.0	6	0.5585	11	0.0666	9
锦9743－1	330.6	11	0.5582	12	0.0644	12
阜花12	360.4	5	0.5820	9	0.0674	8
山花7号	350.7	8	0.6578	4	0.0734	4
淮花8号	393.1	1	0.7240	1	0.0779	1

2.6　关联度分析

关联度值是参试品种与参考品种间的密切程度的表现，值越大，说明该参试品种与参考品种越密切，综合性状优良。根据表5结果可以看出，等权关联度和加权关联度分析结果基本一致，淮花8号、花育23表现最好。

3　讨　论

基于灰色理论关联度分析法对花生品种综合评价结果表明，品种表现优劣的先后顺序为淮花8号、花育23、801、山花7号、花育28、阜花11、白沙1016、阜花12、远杂9847、花小宝、豫花9327、锦9743-1、唐油4号。

对照品种白沙1016，该品种稳产、高产，在吉林省已经有40多年的种植历史，是吉林省花生主产区大面积种植的品种，而且田间表现较好，与引进品种进行比较具有一定的说服力。试验结果表明：引进的花生品种综合性状有6个较白沙1016表现好，其中淮花8号、山花7号表现出果纹清晰、荚果大、籽仁大、荚果大小均匀一致的特点；花育23表现出单株结果数多，荚果适中、成熟度好的特点；801品种虽然荚果产量不是很高，但分枝和结果数多、出米率高；花育28表现为结果

集中，荚果网纹明显，成熟度好的特点；阜花11表现为荚果较大，结果率高的特点；上述6个品种的试验结果与其在主产区的表现相一致，适宜在吉林省大面积种植推广。其他品种虽然产量较白沙1016高，但田间表现一般，综合农艺性状不如白沙1016，可作为育种材料使用或适当面积种植。

本试验中参考品种的主要性状指标是依据目前吉林省花生主产区引进种植的优良花生品种所具备的综合优良性状，与优良品种的主要性状数据差异不大，与吉林省高产、稳产、优质、多抗的花生育种目标相一致，可见参考品种对试验的指导意义明确。

参试品种加权关联度位次排列顺序与产量和等权关联度的位次排列顺序不一致，这是由于花生品种主要性状重要性不同，加权关联度对各个主要性状所赋予的权重系数不同造成的结果，所以综合评价花生品种利用加权关联度数值更客观、全面。但本试验测定的主要农艺性状和考虑的因素不够全面，还需增加其他主要农艺性状以及不同环境气候对评价结果的影响，需要进一步完善。

4 结 论

利用灰色关联度分析法对花生品种进行综合评价，该方法思路清晰，对数据的严格程度要求不高，计算工作量不大，克服了两个弊端：一是单靠产量性状来评价品种优劣，二是把各个主要农艺性状的权重系数看作是等同的。本试验结果表明：淮花8号、花育23、801、山花7号、花育28、阜花11品种综合农艺性状优良，在花生主产区有良好的表现，适宜在吉林省推广种植。

参考文献：

[1] 李玉发，王佰众，刘红欣，等. 高产、优质、多抗花生新品种吉花6号的选育与栽培[J]. 辽宁农业科学，2014(5)：87-88.

[2] 邓聚龙. 灰色系统与农业[J]. 山西农业科学，1985(5)：34-37.

[3] 顾正虎，贺娇娇，宋 丽，等. 灰色关联度分析在糯玉米品系综合评判中的应用[J]. 甘肃农业大学学报，2014，49(3)：66-72.

[4] 李玉发，梁 军，窦忠玉，等. 食用向日葵杂交种主要性状与产量间的灰色关联分析[J]. 山东农业科学，2011(12)：19-21.

[5] 吴雨珊，龚万灼，谭千军，等. 套作大豆高产优质育种的灰色关联分析[J]. 大豆科学，2015，34(4)：565-570.

[6] 吴建明，谢正荣，沈小妹，等. 灰色关联度分析法应用于水稻品种综合评判的探索[J]. 种子，1990(3)：33-35.

[7] 李玉发，何中国，李淑芳，等. 东北地区春小麦主要性状与产量间的灰色关联分析[J]. 麦类作物学报，2005，25(1)：139-141.

[8] 孙健敏，高小丽，高金锋，等. 灰色关联度分析法在夏绿豆区域试验品种评价中的应用[J]. 西北农业学报，2010，19(3)：123-126.

[9] 韩永亮，路正营，李世云，等. 早熟棉品种的灰色关联分析[J]. 安徽农业科学，2015，43(8)：37-38，42.

[10] 赵禹凯，王显瑞，张立媛，等. 谷子产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 吉林农业科学，2014，39(2)：9-12.

[11] 王传堂，申馥玉，苗华荣，等. 花生抗旱性的灰色关联分析[J]. 农业系统科学与综合研究，1995，12(3)：205-206.

[12] 李绍伟，李军华，任 丽，等. 花生产量与主要农艺性状的灰色关联度分析[J]. 陕西农业科学，2007(1)：37-39.

[13] 牟书靓，李玉发，牛海龙，等. 基于主成分分析的花生种质资源苗期抗旱性鉴定与筛选[J]. 吉林农业科学，2015，40(6)：26-30，69.

[14] 田 群，李晓辉，王佰众，等. 花生SSR分子标记技术体系的建立和优化[J]. 吉林农业科学，2007(1)：37-39.

[15] 王绍伦，刘海龙，高华援，等. 花生耐盐碱品种筛选试验与省区域试验的比较[J]. 安徽农业科学，2013，41(17)：7435-7436，7474.

（责任编辑：王 昱）