

# 水稻稳定株系选拔中的灰色关联分析

张三元 李 彻 石玉海 张俊国 杨桂兰 赵劲松

(吉林省农科院水稻所,公主岭 136100)

**提 要** 本文采用灰色系统理论对水稻稳定株系的诸多性状因子进行综合评价和定量分析。分析结果表明:①将诸多的性状因子融为一体,在理想的标准品种模式高选择压力下进行测评,避免了优良材料的丢失和淘汰。②依据灰色关联度的排序,吉 96-2146 名列第一,吉 96-2798 名列第二,吉 96-2572 名列第三。

**关键词** 水稻;稳定株系;灰色关联;统计分析

水稻稳定株系的选拔( $F_5$ 代以上),多年来一直采用极小面积无重复的小区测产和参照田间的直观调查分析来决定材料的取舍,很容易造成试验上的人为测产误差和错误判断,把一批综合性状优异的株系淘汰。自 1982 年邓聚龙教授创立灰色系统理论以来,各作物在新品系试验和区域试验等研究方面采用该理论进行综合性状的评价和定量分析,防止了一些优良材料的人为丢失和淘汰,科学地评价了每一份材料的真实性并收到一定的效果。1996 年我们将该理论运用于稳定株系的选拔工作中,并对稳定株系进行分析,旨在客观地反映优良株系的真实性,增强选拔材料的科学性和预见性。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

1996 年选拔稳定优良株系 101 份,其中生育期 125~130 d 的株系 21 份,130~135 d 的株系 58 份,135~140 d 的株系 16 份,140~145 d 的株系 6 份。本文以 135~140 d 的优良株系材料分析为例。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 田间试验方法

4 月 14 日大棚盘育秧,每份材料播 150 粒。5 月 19 日插秧,密植形式为 30 cm × 13.2 cm,每穴插 1 苗,2 行区,每小区插 68 穴。田间施肥水平和灌溉与大田生产相一致。9 月 25 日收获,每份材料收 56 穴进行测产分析。

每小区取样 5 穴进行室内调查株高、有效穗数、每穗粒数、结实率、千粒重、糙米率、精米率、谷草比及经济系数等项目。

#### 1.2.2 统计分析

依据灰色理论,把所有的材料作为一个灰色系统,每一份参试株系即是系统中的一个因素。设一个各主要性状均较参试株系优良的理想标准品种,以其各性状指标所构成的数列为理想数列  $X_0$ , 参试株系各项性状指标所构成的数列作为比较数列  $X_i$ , 且  $X_0 = \{X_0(1),$

$X_0(2) \cdots X_0(n)$ ,  $X_i = \{X_i(1), X_i(2) \cdots X_i(n)\}$ 。其中  $n$  为评判的性状数。计算各参试株系与理想标准品种之间的关联度, 其值越大, 性状越优, 反之则劣。计算公式如下:

$$\Sigma_i(K) = \frac{\min_i \cdot \min_K \Delta_i(K) + P \cdot \max_i \cdot \max_K \Delta_i(K)}{\Delta_i(K) + P_i \cdot \max_i \cdot \max_K \Delta_i(K)} \quad (1)$$

$$r_i = \frac{1}{N} \sum_{K=1}^n \Sigma_i(K) \quad (2)$$

(1) 式中  $\Delta_i(K) = |X_0(K) - X_i(K)|$ , 为  $X_0$  数列与  $X_i$  数列在第  $K$  点的绝对差值。P 为分辨系数, 在 0~1 之间取值, 一般取  $P=0.5$ 。

表 1 参试优良品系与理想标准品种的各性状调查情况

株系代号	小区产量(kg)	株高(cm)	每穴穗数(个)	每穗粒数(粒)	穗长(cm)	着粒密度	结实率(%)	单穗粒重(g)	谷草比	经济系数	千粒重(g)	糙米率(%)	精米率(%)
96-2097	2.9	95.3	15.0	118.2	16.6	47.2	85.5	2.30	1.34	0.57	26.0	83.1	70.7
96-2132	2.8	99.3	14.2	112.3	19.2	58.5	72.4	2.52	1.37	0.58	23.1	84.9	75.7
96-2134	2.9	92.7	15.4	77.9	16.6	48.9	82.3	2.23	1.44	0.59	27.3	83.9	72.5
96-2146	2.9	93.9	10.4	96.3	17.2	55.9	88.4	3.03	1.56	0.61	27.1	84.4	72.6
96-2328	3.1	94.4	13.6	85.2	15.2	56.1	83.7	2.39	1.51	0.60	27.2	84.2	71.2
96-2485	3.8	96.6	13.4	85.2	17.5	48.7	84.0	2.20	1.36	0.58	25.8	83.9	71.0
96-2572	3.3	93.3	15.8	105.6	16.9	62.5	72.8	2.47	1.47	0.59	24.6	84.7	75.4
96-2576	2.8	99.4	11.2	90.9	18.4	44.0	84.4	2.54	1.36	0.57	27.0	84.5	75.9
96-2596	3.0	99.3	19.8	84.2	15.3	55.0	84.6	2.06	1.29	0.56	23.3	84.2	75.9
96-2644	3.1	99.2	13.4	92.5	18.0	51.4	86.7	2.44	1.23	0.55	25.2	84.0	74.9
96-2785	2.7	99.3	10.6	101.9	17.5	58.2	81.6	2.95	1.48	0.59	29.3	81.3	72.8
96-2798	3.4	91.1	13.4	102.6	17.1	60.0	66.3	2.32	1.30	0.58	25.0	84.6	76.5
96-2804	2.5	96.6	15.2	93.1	17.6	52.8	84.7	2.07	1.23	0.56	22.0	82.5	74.6
96-2805	3.0	97.0	14.6	93.8	16.4	57.2	76.7	2.07	1.38	0.58	22.8	83.6	75.9
96-2937	3.1	99.8	11.8	99.8	18.1	55.1	84.1	2.74	1.54	0.60	27.8	82.1	72.8
96-3334	2.4	95.3	16.0	74.7	17.3	43.2	57.4	1.56	1.31	0.57	24.8	85.0	75.4
标准品种	3.5	90.0	20.0	130.0	21.0	65.0	90.0	3.10	1.60	0.62	30.0	85.0	77.0

注: 小区产量为 4 m<sup>2</sup> 的产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 数据处理

从表 1 调查的各性状数据看, 所有数列没有公共交点, 且同一株系各性状的值相关过大。为了便于分析, 对所有数列进行无量纲化处理, 得到一个符合分析要求的新数列(见表 2)。

### 2.2 理想标准品种的确立

本文理想标准品种的确立是以本试验中所采用的对照品种“农大 3 号”5 个小区的平均值为依据, 并优于对照 10% 为水准确定各性状。

### 2.3 计算关联系数

以理想标准品种( $X_0$ )为参考数列, 其它株系作为比较数列, 计算关联系数。将表 2 中的  $X_0$  与  $X_i$  各对应的绝对差值结果列于表 3, 并将表 3 中各数列相应的  $\Delta_i(K)$  值代入公式(1),

即可得到  $X_0$  与  $X_i$  各性状的关联系数  $\Sigma_i(K)$ , 见表 4。

表 2 无量纲化处理

	产 量	株 高	每穴 穗数	每穗 粒数	穗 长	着粒 密度	结 实 率	单穗 粒重	谷 草 比	经济 系数	千 粒 重	糙 米 率	精 米 率
$X_0$	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
$X_1$	0.8286	0.5113	0.7500	0.6031	0.8100	0.7261	0.9500	0.7419	0.8375	0.9193	0.8666	0.9776	0.9181
$X_2$	0.8000	0.0568	0.7100	0.8638	0.9600	0.9000	0.8044	0.8129	0.8562	0.9354	0.7700	0.9988	0.9831
$X_3$	0.8286	0.8068	0.7700	0.5992	0.8300	0.7523	0.9144	0.7193	0.9000	0.9516	0.9100	0.9871	0.9451
$X_4$	0.8286	0.6704	0.5200	0.7408	0.8600	0.8600	0.9822	0.9774	0.9750	0.9838	0.9033	0.9929	0.9428
$X_5$	0.8857	0.6136	0.6800	0.6554	0.7600	0.8631	0.9300	0.7709	0.9437	0.9677	0.9067	0.9905	0.9246
$X_6$	0.8000	0.3636	0.6700	0.6553	0.9130	0.7492	0.9333	0.7065	0.8500	0.9354	0.8600	0.9871	0.9221
$X_7$	0.9429	0.7386	0.7900	0.8123	0.8450	0.9615	0.8089	0.7967	0.9187	0.9516	0.8200	0.9965	0.9792
$X_8$	0.8000	0.0454	0.5600	0.6993	0.9200	0.7600	0.9378	0.8193	0.8500	0.9193	0.9000	0.9941	0.9857
$X_9$	0.8571	0.0568	0.9900	0.6477	0.7650	0.8461	0.9400	0.6645	0.8062	0.9032	0.7767	0.9906	0.9857
$X_{10}$	0.8857	0.0682	0.6700	0.7115	0.9000	0.7908	0.9633	0.7871	0.7687	0.8870	0.8400	0.9882	0.9727
$X_{11}$	0.7714	0.0568	0.5300	0.7838	0.8750	0.8954	0.9067	0.9516	0.9250	0.9516	0.9767	0.9564	0.9454
$X_{12}$	0.9714	0.9886	0.6700	0.7892	0.8550	0.9230	0.7367	0.7483	0.8125	0.9354	0.8333	0.9952	0.9935
$X_{13}$	0.7142	0.3636	0.7600	0.7161	0.8800	0.8120	0.9411	0.6677	0.7687	0.9032	0.7333	0.9706	0.9688
$X_{14}$	0.8571	0.3181	0.7300	0.7215	0.8200	0.8800	0.8522	0.6677	0.8625	0.9354	0.7600	0.9835	0.9857
$X_{15}$	0.8857	1.0000	0.5900	0.7677	0.9050	0.8477	0.9344	0.8838	0.9625	0.9677	0.9267	0.9659	0.9454
$X_{16}$	0.6857	0.5113	0.8000	0.5746	0.8600	0.6646	0.6378	0.5032	0.8187	0.9193	0.8267	1.0000	0.9792

注:株高是以最高品系为0,每低于2cm取值为1,以此类推。

表 3  $X_0$  与  $X_i$  的绝对差数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\Delta 1(K)$	0.1714	0.4887	0.2500	0.3969	0.1900	0.2739	0.0500	0.2581	0.1625	0.0807	0.1334	0.0224	0.0819
$\Delta 2(K)$	0.2000	0.9432	0.2900	0.1362	0.0400	0.1000	0.1954	0.1871	0.1438	0.0646	0.2300	0.0012	0.0169
$\Delta 3(K)$	0.1714	0.1932	0.2300	0.4008	0.1700	0.2477	0.0956	0.2807	0.1000	0.0481	0.0900	0.0129	0.0585
$\Delta 4(K)$	0.1714	0.3296	0.4800	0.2592	0.1400	0.1400	0.0178	0.0226	0.0250	0.0162	0.0967	0.0071	0.0572
$\Delta 5(K)$	0.1143	0.3864	0.3200	0.3446	0.2400	0.1359	0.0700	0.2291	0.0563	0.0323	0.0933	0.0095	0.0754
$\Delta 6(K)$	0.2000	0.6364	0.3300	0.3447	0.0870	0.2508	0.0667	0.2904	0.1500	0.0646	0.1400	0.0129	0.0779
$\Delta 7(K)$	0.0571	0.2614	0.2100	0.1877	0.1950	0.0385	0.1911	0.2033	0.0813	0.0484	0.1800	0.0035	0.0208
$\Delta 8(K)$	0.2000	0.9546	0.4400	0.3008	0.0800	0.2400	0.0628	0.1807	0.1500	0.0807	0.1000	0.0059	0.0143
$\Delta 9(K)$	0.1429	0.9432	0.0100	0.3523	0.2350	0.1539	0.0600	0.3355	0.1938	0.0968	0.2233	0.0094	0.0143
$\Delta 10(K)$	0.1143	0.9318	0.3300	0.2885	0.1000	0.2092	0.0367	0.2129	0.2313	0.1130	0.1600	0.0118	0.0273
$\Delta 11(K)$	0.2286	0.9432	0.4700	0.2162	0.1250	0.1046	0.0933	0.0484	0.0750	0.0484	0.0233	0.0438	0.0546
$\Delta 12(K)$	0.0286	0.0114	0.3300	0.2108	0.1450	0.0770	0.2633	0.2517	0.1875	0.0646	0.1667	0.0048	0.0065
$\Delta 13(K)$	0.0858	0.6364	0.2400	0.2839	0.1200	0.1877	0.0589	0.3323	0.2313	0.0968	0.2667	0.0294	0.0312
$\Delta 14(K)$	0.1426	0.6819	0.2700	0.2785	0.1800	0.1200	0.1478	0.3323	0.1375	0.0646	0.2400	0.0165	0.0143
$\Delta 15(K)$	0.1143	0.0000	0.4100	0.2323	0.0950	0.1523	0.0654	0.1162	0.0375	0.0323	0.0733	0.0341	0.0546
$\Delta 16(K)$	0.3143	0.4887	0.2000	0.4254	0.1350	0.3354	0.3622	0.4968	0.1813	0.0807	0.1733	1.0000	0.0208

## 2.4 计算关联度

根据表 4 已求得的关联系数,由公式(2)即可得到各选拔株系与理想标准品种的等权关联度  $r_i$  及排序,并列于表 5。

表4 参试品系与标准品种的关联系数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Σ1	0.7447	0.5057	0.6670	0.5574	0.7246	0.6461	0.9090	0.6595	0.7547	0.8610	0.7893	0.9571	0.8592
Σ2	0.7142	0.3464	0.6329	0.7859	0.9259	0.8333	0.7190	0.8516	0.7766	0.8855	0.6849	0.9976	0.9673
Σ3	0.7447	0.7213	0.6849	0.5550	0.7462	0.6687	0.8394	0.6408	0.8333	0.9122	0.8474	0.9748	0.8952
Σ4	0.7447	0.6027	0.5102	0.6585	0.7812	0.7812	0.9656	0.9567	0.9523	0.9686	0.8379	0.9856	0.8973
Σ5	0.8139	0.5641	0.6097	0.5919	0.6757	0.7851	0.8771	0.6857	0.8987	0.9393	0.8427	0.9813	0.8689
Σ6	0.7142	0.4399	0.6024	0.5919	0.8517	0.6659	0.8823	0.6325	0.7692	0.8855	0.7812	0.9748	0.8652
Σ7	0.8975	0.6566	0.7042	0.7271	0.7194	0.9293	0.7234	0.7109	0.8601	0.9117	0.7352	0.9930	0.9600
Σ8	0.7142	0.3437	0.5319	0.6243	0.8621	0.6756	0.8884	0.7345	0.7692	0.8610	0.8333	0.9883	0.9721
Σ9	0.9209	0.3464	0.9803	0.5860	0.6802	0.7646	0.8928	0.5984	0.7206	0.8378	0.6912	0.9815	0.9721
Σ10	0.8139	0.3492	0.6024	0.6341	0.8333	0.7051	0.9316	0.7013	0.6837	0.8156	0.7575	0.9769	0.9482
Σ11	0.6862	0.3465	0.5154	0.6981	0.8000	0.8269	0.8427	0.9117	0.8695	0.9117	0.9554	0.9197	0.9015
Σ12	0.9459	0.9777	0.6024	0.7034	0.7751	0.8665	0.6551	0.6651	0.7272	0.8855	0.7499	0.9904	0.9871
Σ13	0.6362	0.4399	0.6756	0.6378	0.8064	0.7270	0.8946	0.6007	0.6837	0.8378	0.6521	0.9444	0.9412
Σ14	0.7781	0.4230	0.6494	0.6422	0.7352	0.8064	0.7718	0.6007	0.7843	0.8855	0.6756	0.9680	0.9721
Σ15	0.8139	0.5000	0.5494	0.6727	0.8449	0.7665	0.8843	0.8114	0.9302	0.9393	0.8721	0.9361	0.9015
Σ16	0.6140	0.5057	0.7143	0.5403	0.7874	0.5985	0.5799	0.5016	0.7338	0.8610	0.7426	0.8333	0.9600

表5 参试品系与标准品种的关联度及排序

品	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	
系	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
关联度	2097	2132	2134	2146	2328	2485	2572	2576	2596	2644	2785	2798	2804	2805	2937	3334
排序	0.7411	0.7785	0.7741	0.8186	0.7795	0.7428	0.8089	0.7558	0.7671	0.7502	0.7835	0.8101	0.7290	0.7456	0.8025	0.6902
	14	7	8	1	6	13	3	10	9	11	5	2	15	12	4	16

## 2.5 关联分析

根据灰色理论的原则,关联度越大的数列越接近参照品种。从表5中可以看出吉96-2146的关联度为0.8186,名列第一位;吉96-2798的关联度为0.8101,名列第二位;吉96-2572的关联度为0.8089,名列第三位;而吉96-3334的关联度为0.6902,名列最后。由于我们确立的理想品种的综合性状是最好的,所以稳定株系吉96-2146、吉96-2798、吉96-2572的综合性状优良。

同时,从表4的关联系数矩阵中还可以看出每一份参试稳定株系各性状的优劣。吉96-2146在结实率、单穗粒重、千粒重等方面表现优异,符合水稻高产育种的目标,是一个很有希望的优良品系。

## 3 结论与讨论

水稻稳定株系的选拔是新品种育成的关键阶段,单纯以产量高低为选拔的依据,容易造成人为的测产误差(如收获穴数、脱粒、种子含水量等方面的误差)。从不同熟期稳定株系101份材料分析结果看,稳定株系的关联度和排序与实际测产和田间调查结果相一致,但约有5.6%左右的材料产量偏低而关联度高。如前面所述的吉96-2146小区产量排列为第八

位,并较邻近对照减产3.3%,而通过关联分析将该材料各性状真实性反映出来,在理想标准品种的选择压力下避免了淘汰。

水稻产量是由多方面的因素构成,高产育种必须优化各性状,组配理想的产量结构型,才能有所突破。因此,采用灰色关系统综合分析 and 选拔稳定株系,科学淘汰综合性状差的株系,是加快高产育种、提高选拔水平的有效方法之一。

理想标准品种的确立是根据育种目标而确定的。1996年试验分析采用的理想标准品种是在不同熟期对照品种的实际表现基础上提高10%而确立的,是否适用有待进一步验证,以便更科学、更接近育种目标

### 参 考 文 献

- 1 邓聚龙.灰色系统理论教程.华中理工大学出版社,1990,53
- 2 章昕生等.灰色关联度在小麦新品系试验中的应用研究.小麦研究,1996,2

## The Grey Correlation Analysis in the Selection of Stable Rice Line

ZHANG Sanyuan, LI Che and SHI Yuhai et al.

(Rice Institute, Jilin Academy of Agri. Sci., Gongzhuling 136100)

**Abstract** The characters of the stable rice line are synthetically evaluated and quantitatively analysed, according to the grey system theory in this paper. The result shows: ① mixing all the characters together and testing under high selecting pressure according to the ideal standard variety middle, can avoid the good material being lost and eliminated. ② According to the grey correlation order, Ji 96-2146 is 1st, Ji 96-2798 the 2nd, Ji 96-2572 the 3rd.

**Key words** Rice, Stable line, Grey correlation, Statistical analysis

(责任编辑:张 瑛)