

应用模糊综合评判和灰色关联度分析 评估小麦新品种*

王春平^{1,2}, 张改生¹, 张伟³, 刘素云², 苗艳芳²

(1 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100;

2 河南科技大学 农学院, 河南 洛阳 471003;

3 洛阳市农产品质量检测中心, 河南 洛阳 471009)

[摘要] 将模糊综合评判与灰色关联度分析相结合, 对 10 个小麦新品种(系)的产量与主要性状进行了综合分析。结果表明, 两种综合评估的判断结果基本相同, 其中 E、D、C 品系综合性状优良, F 品系最劣。

[关键词] 小麦新品种; 模糊综合评判; 关联度分析; 主要性状

[中图分类号] S512 103 7

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2005)08-0126-05

在小麦新品种选育过程中, 一个重要步骤是通过田间试验来评价新品种(系)的优劣。目前, 许多学者应用灰色关联度分析评价小麦新品种(系)^[1~5], 也有用模糊综合评判评价旱作春小麦品种的^[5], 但其研究工作多局限于一种方法, 研究所涉及的综合性状也较少。模糊综合评判是将模糊数学方法与实践经验结合起来对多指标的性状进行全面评估^[6~8]。运用模糊综合评判与灰色关联度分析相结合评价小麦新品系在小麦育种上还未见报道。本研究运用模糊综合评判和灰色关联度分析的方法, 对各品种(系)的产量、抗性、品质、株高、成穗数等性状进行综合评价, 旨在探求对小麦新品种(系)主要性状评价的综合研究方法, 以期对小麦新品种(系)的确切评估提供最适的综合评判方法。

1 材料和方法

1.1 材料与方法

试验于 2002~2003 年度在河南科技大学试验田进行, 随机区组设计, 小区面积 7.5 m², 3 次重复, 6 行区, 行长 5.0 m, 行距 30 cm, 株距 3 cm。参试新

品种(系) 10 个, 其组合分别为: 内乡 184/兰考 1 号(A)、豫麦 49(B)、兰考 1 号/豫麦 14(C)、冀麦 92-3(8)/豫麦 14(D)、豫麦 14/丰优 3 号//兰考 1 号(E)、豫麦 25/豫麦 14//兰考 1 号(F)、4059(G)、豫麦 51/兰考 1 号(H)、5767(I)、5345(J)。试验材料于 2002-10-08 播种, 06-03 收获。测定项目主要有籽粒品质、抗性、生育期、产量、成穗数、株高、小穗数、穗粒数、千粒重、饱满度等 10 个主要性状(其中, 抗病性、品质是依据育种经验按质量性状来划分的^[9,10])。

1.2 灰色关联度分析

按照灰色系统理论, 把 10 个新品种(系)看作一个灰色系统, 每个品种(系)为该系统中的一个因素。设有 i 个新品系, 考察 j 个性状。根据育种目标和生产实际, 把各性状的最优值设为参考数列 X_0 , 各新品系的各项性状指标构成设为比较数列 X_i ; 各性状用 K_i 表示。在考察的 10 个性状中, 株高采用适中性状测度, 饱满度测量值为越小越好, 采用下限效果测度变换, 其他采用上限性状测度。用下列公式计算各品系的关联系数和关联度。

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_i \min_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|}{|x_{0(k)} - x_{i(k)}| + \rho \max_i \max_k |x_{0(k)} - x_{i(k)}|},$$

$$r_i = \sum \xi_{i(k)} \cdot w_j,$$

式中, $\xi_{i(k)}$ 为关联系数; ρ 为分辨系数; r_i 为关联度; w_j 为 j 个性状的加权系数。

* [收稿日期] 2005-02-25

[基金项目] 河南省科技攻关项目(971010111, 0324100015)

[作者简介] 王春平(1969-), 女, 河南襄城人, 讲师, 主要从事小麦育种和种子生产技术研究。

1 3 模糊综合评判法

根据隶属函数的定义, 求得每个新品系各要素的隶属度, 构成模糊转换矩阵 R, 计算出模糊综合评判结果。用下列公式计算 R 和加权评判集 B。

$$A(X_{ij}) = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})},$$

$$B = A \cdot R \text{ (A 为权重分配集, 同 } w_j \text{)}$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中, n 为评价指标数; m 为待评品种数; X_{ij} 为第 i

个品种第 j 个性状值; $\max(X_{ij})$ 为第 i 个品种第 j 个性状的最大值; $\min(X_{ij})$ 为第 i 个品种第 j 个性状的最小值。

2 结果与分析

2 1 试验结果

对各品系的有关性状分别进行整理, 得原始数据的平均值列于表 1。

表 1 小麦新品种(系)主要性状的平均值

Table 1 Means of main characters for new wheat strains

品系 Strain	品质(K ₁) Quality	生育期/d (K ₂) Growth duration	抗性 (K ₃) Resistance	产量/ (kg · hm ⁻²) (K ₄) Grain yield	成穗数 (K ₅) Ears of grain number	株高/cm (K ₆) Plant height	小穗数 (K ₇) Effective spikelet	穗粒数 (K ₈) Seeds per spike	千粒重/g (K ₉) 1 000 GW	饱满度 (K ₁₀) Full-weight
A	1	189	0	6 281.25	4.3	62.5	34.0	62.5	51	2
B	3	191	2	5 218.80	5.5	66.8	21.5	58.7	48	2
C	1	193	0	5 749.95	2.0	72.8	28.9	61.9	61	2
D	2	189	1	7 000.05	5.4	69.4	19.5	49.6	56	1
E	1	191	2	7 312.50	3.8	69.3	21.3	75.9	50	2
F	3	191	1	4 187.55	3.7	60.3	20.7	50.5	48	2
G	1	193	0	5 749.95	3.4	69.6	18.9	45.9	53	2
H	1	188	1	5 437.50	4.2	70.2	20.0	52.2	55	1
I	1	192	0	7 000.05	3.3	64.4	19.1	55.9	56	2
J	2	191	2	5 749.95	3.0	58.0	21.4	54.0	52	1
最优性状 Best character	1	188	0	7 312.50	5.5	66.3	34.0	75.9	61	1

2 2 灰色关联度计算

根据育种目标的要求, 以最优性状为参考数列,

对原始数据进行无量纲化处理, 结果见表 2。

表 2 10 个小麦新品种(系)主要性状的无量纲化

Table 2 Measureless outline handle of main characters for 10 new wheat strains

品系 Strain	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
A	1.000	1.005	0.000	0.900	1.000	0.943	1.000	0.823	0.836	0.500
B	0.333	1.016	0.000	0.797	0.632	1.008	0.632	0.773	0.787	0.500
C	1.000	1.027	0.000	0.848	0.850	4.098	0.850	0.816	1.000	0.500
D	0.500	1.005	0.000	0.970	0.574	1.047	0.574	0.653	0.918	1.000
E	1.000	1.016	0.000	1.000	0.626	1.045	0.626	1.000	0.820	0.500
F	0.333	1.016	0.000	0.697	0.609	0.910	0.609	0.665	0.787	0.500
G	1.000	1.027	0.000	0.848	0.556	1.050	0.556	0.605	0.869	0.500
H	1.000	1.000	0.000	0.818	0.588	1.059	0.588	0.688	0.902	1.000
I	0.500	1.021	0.000	0.970	0.562	0.971	0.562	0.736	0.918	0.500
J	1.000	1.016	0.000	0.848	0.629	0.874	0.629	0.711	0.852	1.000

根据表 2, 得出各性状与最优性状序列的差值序列, 结果见表 3。

由表 3 求出两极差: 最大极差 $\max \max = 0.636$, 最小极差 $\min \min = 0$, 取 $\rho = 0.5$, 得灰色关

联度系数, 见表 4。

根据灰色关联度公式, 求得各性状的关联度, 并排出位次, 结果见表 5。

根据表 5 中的灰色关联度值, 评定小麦品系等

级。若 $r_i \geq 0.7$ 为一等品系; $0.6 \leq r_i < 0.7$ 为二等品系, $r_i < 0.6$ 为三等品系^[11]。在 10 个小麦品系中, 有 4 个一等品系, 4 个二等品系, 2 个三等品系。根据育种目标, 一等品系为优良品系, 应加大种植 E, D, C, A 4 个品系; 三等品系为不良品系, 应淘汰 F, I 品系的种植; 二等品系应根据其特性决定取舍。10 个小麦新品系优劣排序为 $E > D > C > A > H > J > G > B > I > F$ 。从以上分析可以看出, E, D, C 品系综合性状最好, I, F 品系最差。

表 3 10 个小麦新品种(系)主要性状的差值序列
Table 3 Difference sequence table of the main characters for 10 new wheat strains

品系 Strain	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
A	0.000	0.005	1.000	0.100	0.218	0.057	0.000	0.177	0.164	0.500
B	0.667	0.016	1.000	0.203	0.000	0.008	0.368	0.227	0.213	0.500
C	0.000	0.027	1.000	0.152	0.636	0.098	0.150	0.184	0.000	0.500
D	0.500	0.005	1.000	0.030	0.018	0.047	0.426	0.347	0.082	0.000
E	0.000	0.016	1.000	0.000	0.309	0.045	0.374	0.000	0.180	0.500
F	0.667	0.016	1.000	0.303	0.327	0.090	0.391	0.335	0.213	0.500
G	0.000	0.027	1.000	0.152	0.382	0.050	0.444	0.395	0.131	0.500
H	0.000	0.000	1.000	0.182	0.236	0.059	0.412	0.312	0.098	0.000
I	0.500	0.021	1.000	0.030	0.400	0.029	0.438	0.264	0.082	0.500
J	0.000	0.016	1.000	0.152	0.455	0.126	0.371	0.289	0.148	0.000

表 4 10 个小麦新品种(系)主要性状的关联度系数
Table 4 Relational coefficients of the main characters for 10 new wheat strains

品系 Strain	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀
A	1.000	0.985	0.250	0.770	0.605	0.854	1.000	0.654	0.671	0.400
B	0.334	0.954	0.250	0.622	1.000	0.977	0.476	0.595	0.690	0.400
C	1.000	0.925	0.250	0.687	0.344	0.773	0.690	0.645	1.000	0.400
D	0.400	0.985	0.250	0.918	0.949	0.877	0.439	0.490	0.803	1.000
E	1.000	0.954	0.250	1.000	0.519	0.881	0.472	1.000	0.650	0.400
F	0.334	0.954	0.250	0.524	0.505	0.788	0.461	0.499	0.611	0.400
G	1.000	0.925	0.250	0.687	0.466	0.870	0.429	0.458	0.718	0.400
H	1.000	1.000	0.250	0.647	0.586	0.850	0.448	0.517	0.773	1.000
I	0.400	0.941	0.250	0.524	0.455	0.920	0.433	0.559	0.803	0.400
J	1.000	0.954	0.250	0.687	0.423	0.726	0.474	0.536	0.693	1.000

表 5 10 个小麦新品种(系)主要性状的关联度及排序结果
Table 5 Relational grades and order of the main characters for 10 new wheat strains

品系 Strain	关联度 Relational grade	排序 Order	品系 Strain	关联度 Relational grade	排序 Order
E	0.771	1	J	0.666	6
D	0.733	2	G	0.637	7
C	0.707	3	B	0.617	8
A	0.705	4	I	0.562	9
H	0.688	5	F	0.522	10

2.3 模糊综合评判法

将表 1 中各性状指标数据进行极值标准化处理, 标准化后的指标均无量纲, 并且在区间[0, 1]内

构成模糊转换矩阵, 结果见表 6。根据小麦新品种选育的育种目标, 在育种上各主要性状的重要性不同, 用加权平均法来评判不同品种的优劣, 结果见表 7。

表 6 10 个小麦新品种(系)主要性状的模糊关系矩阵

Table 6 Fuzzy relation matrix of the main characters for 10 new wheat strains

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
0 000	1 000	0 000	0 500	0 000	1 000	0 000	0 000	0 000	0 500
0 200	0 600	1 000	0 200	0 600	0 600	1 000	0 000	0 800	0 600
0 000	0 670	0 000	0 330	0 670	0 330	0 000	0 330	0 000	0 670
0 670	0 330	0 500	0 900	1 000	0 000	0 500	0 400	0 900	0 500
0 657	1 000	0 000	0 971	0 514	0 486	0 400	0 629	0 371	0 286
0 306	0 595	1 000	0 771	0 764	0 157	0 784	0 825	0 434	0 000
1 000	0 172	0 662	0 040	0 159	0 126	0 000	0 073	0 013	0 166
0 553	0 427	0 533	0 123	1 000	0 153	0 000	0 210	0 333	0 270
0 231	0 000	1 000	0 615	0 154	0 000	0 385	0 539	0 615	0 308
1 000	1 000	1 000	0 000	1 000	1 000	1 000	0 000	1 000	0 000

表 7 10 个小麦新品种(系)主要性状的综合评判结果及排序

Table 7 Result and order of comprehensive evaluation of the main characters for 10 new wheat strains

品系 Strain	关联度 Relational grade	排序 Order	品系 Strain	关联度 Relational grade	排序 Order
E	0 593	1	A	0 498	6
D	0 544	2	J	0 373	7
C	0 545	3	G	0 362	8
B	0 502	4	H	0 338	9
I	0 500	5	F	0 289	10

由表 7 可以看出, 10 个小麦新品种(系)的优劣排序结果为 E> D> C> B> I> A> J> G> H> F。由此可以得出 E,D,C 为优良品系, F 品系最劣。

3 讨 论

从模糊综合评判和灰色关联度分析结果来看, 这两种方法相结合能综合评判小麦新品系, 更加合理地选育出最优品系, 且分析结果基本一致, 即 E, D, C 品系是优良品系, F 综合性状最劣。但对 B, H 品系的评价有一定差距, 结果不一, 这可能与两种综合评判方法有一定关系, 但这种评判结果不影响对小麦新品系的选育。

将模糊综合评判和灰色系统理论应用于小麦新品种选育的早代综合评价, 能定量、全面、准确的综合评估小麦新品系, 是两种较好的统计分析方法。从分析结果看, 模糊综合评判比灰色关联度分析更简便。

本试验中, 考察了冬小麦的品质、生育期、抗性、株高、成穗数、产量等 10 个综合性状, 并确定了其权重系数, 这样能科学合理地控制育种方向, 达到各性状与目标性状的协调一致, 提高选择效率。但如何根据不同性状确定一个共同的权重系数标准, 还需进一步研究。

[参考文献]

[1] 邓聚龙 灰色系统基础方法[M] 武汉: 华中理工大学出版社, 1987. 10- 13

[2] 王军卫, 张改生, 刘宏伟, 等 应用灰色系统理论选育优良杂种小麦品种[J] 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(1): 23- 26

[3] 王立秋 北方早熟玉米 9 个主要农艺性状间的灰色关联度分析[J] 玉米科学, 2001, 9(2): 44- 46

[4] 章听生, 陆天泰 灰色关联度在小麦新品种品系比较试验中的应用[J] 湖北农业科学, 1998, (2): 26- 28

[5] 刘录信, 孙其信 灰色系统理论应用与作物新品种综合评估初探[J] 中国农业科学, 1989, 22(3): 22- 27

[6] 石书兵, 徐文修, 克尤木, 等 模糊综合评判在旱作春小麦品种评价中的应用[J] 新疆农业大学学报, 2001. 24(2): 22- 25

[7] 楼世博, 孙 章, 陈化成 模糊数学[M] 北京: 科学出版社, 1987. 172- 181

[8] 张晓平 模糊综合评判理论与应用研究进展[J] 山东建筑工程学院学报, 2003, 18(4): 90- 93

[9] 华北农业大学, 中国科学院遗传研究所, 广东农林学院, 等 植物遗传育种学[M] 北京: 科学出版社, 1976. 480- 510

[10] 盖钧镒 试验统计方法[M] 北京: 中国农业出版社, 2000. 36- 39

[11] 王 伟, 龙增栋. 灰色关联度分析在小麦高代品系上的综合评价[J]. 贵州农业科学, 2004, 32(2): 27- 28

Evaluating new wheat strains by application of the fuzzy comprehensive evaluation and the grey system analysis

WANG Chun-ping^{1,2}, ZHANG Gai-sheng¹, ZHANG Wei³, LIU Su-yun², MIAO Yan-fang²

(1 Agricultural College, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Agricultural College, Henan University of Science and Technology, Luoyang, Henan 471003, China;

3 The Inspection and Testing Center of Agricultural Products Quality and Security, Luoyang, Henan 471009, China)

Abstract: The grain yield and main characters of 10 new wheat strains were analyzed by applying the fuzzy comprehensive evaluation and the grey system analysis. The result showed that the result of two kinds of evaluation is basically identical, with the E strain the best, to the D, C next, F the worst.

Key words: new wheat strains; the fuzzy comprehensive evaluation; the grey system analysis; main character

欢迎订阅 2006 年《麦类作物学报》

《麦类作物学报》是由教育部主管、西北农林科技大学和国家小麦工程技术研究中心联合主办的专业性学术期刊,也是全国唯一的一份学报级麦类作物专刊。从 2003 年起被收录为国家科技部“中国科技核心期刊”;2004 年被确定为“农作物类核心期刊”,编入《中文核心期刊要目总览》第 4 版。

另外,根据中国科技信息研究所的统计分析,本刊 2003 年度的影响因子为 0.935,在全国农业期刊中排第 5 位(见 2004 年版《中国科技期刊引证报告》)。

本刊立足全国,面向世界,主要刊载麦类作物(小麦、大麦、燕麦、黑麦等)遗传育种、生理生化、栽培管理、食品加工、产品贸易等方面有创见性的学术论文、领先水平的科研成果、学术报告、有新意的文献综述以及学术动态等。此外,本刊还将继续开办“著名专家介绍”以及“新成果、新品种、新产品介绍”等宣传性专栏,并继续以优惠价格刊登各类广告。读者对象为国内外农业科技人员、农业院校师生及高级农业技术推广和管理人员。

《麦类作物学报》曾多次荣获省部级优秀科技期刊一、二等奖,现已被《中国科学引文数据库》《中国科技期刊综合评价数据库》《中国农业文摘》《中国生物学文摘》等国内外多家权威性文摘期刊和数据库固定转载或收录。

《麦类作物学报》为双月刊,单月中旬出版,国际标准大 16 开本,144 页码。每期的信息量近 30 万字。每册定价 10.00 元,全年 60 元。国内刊号:CN 61-1308/S,国际刊号:1009-1041。全国各地邮局均可订阅,邮发代号:52-66。漏订者可直接汇款至编辑部补订。国外总发行:北京中国国际图书贸易总公司,代号:1479Q。

另外,我们热忱欢迎国内外专家随时指导和赐稿,亦欢迎各有关课题组、单位和个人出版专辑、刊登广告。

联系人: 华千勇 电话: (029)87082642

E-mail: m_lzwxb@pub.xaonline.com; m_lzw@chinajournal.net.cn

通讯地址: 陕西杨凌 渭惠路 3 号《麦类作物学报》编辑部; 邮政编码: 712100