

应用灰色系统理论选育优良杂种小麦品种^{*}

王军卫¹, 张改生¹, 刘宏伟¹, 王小利¹, 王永军¹, 孙小娟²

(1 西北农林科技大学 陕西省作物杂种优势研究与利用重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2 西安市种子分公司, 陕西 西安 710061)

[摘 要] 利用灰色系统理论, 对 2001~2002 年度杂种小麦品比试验结果进行了分析。结果表明, 主要性状对杂种小麦产量贡献的关联度顺序为千粒重>穗数>穗粒数>株高。在各参试组合中, 以西杂 5 号表现最好, 其次为 2611/8727, 西杂 1 号。

[关键词] 灰色系统; 杂种小麦; 良种选育; 综合评价

[中图分类号] S512.103.51

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)01-0023-04

自木原均首次育成具有尾状山羊草 (*Aegilops caudata*) 细胞质的小麦雄性不育系以来^[1], 杂种小麦研究一直受到世界各国研究者的重视。我国从 1965 年开始杂种小麦研究以来, 已经在杂种小麦优势利用和理论研究方面取得很大进展^[2,3], 然而到目前为止, 杂种小麦仍未大面积应用于生产, 其原因虽有诸多方面, 但关键是强优势组合的选育。本研究针对这一问题, 采用灰色系统理论对小麦强优势组合的评判进行了研究, 旨在为杂种小麦强优势组合的选育提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

10 个强优势组合为 W 768d/383, 1376/8727, 2611/8727, 94R-76/小偃 22, 特矮 31/小偃 22, T97/小偃 22, 62-9/小偃 22, 镇东 43/小偃 22, 西杂 5 号和西杂 1 号; 对照为小偃 22。

1.2 方 法

1.2.1 试验设计 试验于 2001~2002 年度在西北农林科技大学试验农场进行。试验采用随机区组设计, 小区面积为 5.75 m², 3 次重复; 5 行区, 行长 5 m, 行距 23 cm, 株距 3 cm; 试验材料于 2001-10-06 播种。收割前田间调查单位面积穗数、穗粒数、株高, 整区收割, 计算产量, 测量千粒重。

1.2.2 分析方法 按照灰色系统理论将参试各组合看作一个灰色系统, 每一个组合看作系统中的一

个因素。当研究各组合表现优劣时, 先设一个最优组合, 这个最优组合的主要性状以参试组合相应性状的最大值为其指标。以最优组合为参考数列 (x_0), 其余参试组合为比较数列 (x_i); 当研究产量各构成因素与产量的关系时, 产量数列为参考数列 (x_0), 其余性状为比较数列 (x_i), 则参考数列与比较数列为

$$x_0(k) = [x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)],$$

$$x_i(k) = [x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)].$$

具体实施是, 首先对原始数据进行无量纲化处理, 在考察的 4 个性状中, 产量、穗粒数、千粒重 3 个性状属越多越好的性状, 故采用上限效果测度, 株高在生产上以 75~80 cm 为最佳, 本文采用 75 cm 进行适中性状测度。然后按照下式计算关联系数 $\xi_{i(k)}$ 与关联度 r_i :

$$\xi_{i(k)} = \frac{\min_k \min_i |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \min_k \min_i |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \min_k \min_i |x_0(k) - x_i(k)|},$$

$$r_i = \sum_{k=1}^n \xi_{i(k)} \cdot W_k$$

式中, ρ 为分辨率, 一般取 0.5; W_k 为加权系数, 由性状的灰色关联度决定。

2 结果与分析

2.1 主要性状对产量的贡献

依据田间调查和室内考种结果, 各参试杂种小麦组合的主要性状平均值见表 1。

* [收稿日期] 2002-12-18

[基金项目] 国家自然科学基金项目 (39970454); 国家 863 计划项目 (2001AA 241041); 国家杨凌农业生物技术育种中心项目 (1999-B9); 陕西省“十五”攻关项目 (2001K02-G01-01)

[作者简介] 王军卫 (1972-), 男, 陕西铜川人, 讲师, 在职博士, 主要从事小麦杂种优势利用研究。

表 1 参试杂交小麦各组合主要性状平均值

Table 1 Means of important characters for hybrid wheat					
杂交组合 Combinations	产量/ (kg · hm ⁻²) Yield	穗数/ (万穗 · hm ⁻²) No. of spikes	穗粒数 No. of grains per spike	千粒重/g 1000-grain weight	株高/cm Plant height
W 768d/383	6 469.7	551.9	41	41.6	72
1376/8727	7 134.1	571.7	39	41.2	85
2611/8727	7 251.9	526.6	44	41.5	83
94R-76/小偃 22 94R-76/Xiaoyan 22	6 498.4	531.1	51	41.1	78
特矮 31/小偃 22 Teai31/Xiaoyan 22	6 787.5	610.3	43	39.1	65
T97/小偃 22 T97/Xiaoyan 22	6 567.0	517.4	44	39.6	82
62-9/小偃 22 62-9/Xiaoyan 22	6 621.6	495.2	48	40.1	87
镇东 43/小偃 22 Zhendong 43/Xiaoyan 22	6 387.1	550.6	41	40.3	82
西杂 5 号 Xiza No. 5	7 285.3	628.5	43	42.6	82
西杂 1 号 Xiza No. 1	6 991.5	552.4	38	41.6	85
小偃 22 Xiaoyan 22(CK)	6 438.7	558.1	51	42.1	78

杂种小麦各组合主要性状对产量的关联系数 $\xi_{(k)}$, 关联度 r_i 及加权系数 W_i 列于表 2。表 2 结果表明, 参试杂种小麦产量各构成因素对产量的贡献关联度顺序为千粒重> 穗数> 穗粒数> 株高。按照灰色系统理论分析原则, 关联度大的与参考数列最为密切, 即关联度大的性状对产量更为重要。关于产量构成因素对产量的贡献大小, 前人研究结果不尽相同。弓陆身等^[4]采用相关和通径分析研究了 19 个 CHA 杂种小麦, 结果认为千粒重> 穗粒数> 穗数;

孙兰珍等^[5]对 600 余个小麦单交组合进行了 F_1 杂种优势的分析, 刘录祥等^[6]利用 Sc2053 配制 7 个杂交组合进行杂种优势的分析, 均认为穗数> 千粒重> 穗粒数; 石有朋等^[7]对 CS 两系杂交小麦 5 个单株产量性状连续 3 年试验资料进行通径分析认为, 穗数> 穗粒数> 千粒重。本研究结果表明, 千粒重是影响杂种小麦产量最主要的因素, 其次是穗数、穗粒数。因此, 在今后选育杂种小麦组合时应加强对千粒重的重视, 在一定穗数的基础尽可能提高千粒重。

表 2 各组合主要性状与产量的关联系数、关联度及加权系数

Table 2 Relational coefficients, relational grades and steelyard weight coefficients between important characters and yield					
杂交组合 Combinations	产量 Yield	穗数 No. of spikes	穗粒数 No. of grains per spike	千粒重 1000-grain weight	株高 Plant height
W 768d/383	1.000 0	0.857 8	0.764 3	0.557 1	0.419 8
1376/8727	1.000 0	0.718 6	0.398 9	0.898 9	0.532 8
2611/8727	1.000 0	0.545 0	0.584 0	0.837 6	0.546 4
94R-76/小偃 22 94R-76/Xiaoyan 22	1.000 0	0.666 9	0.653 0	0.604 6	0.615 6
特矮 31/小偃 22 Teai 31/Xiaoyan 22	1.000 0	0.786 3	0.753 9	0.886 6	0.333 3
T97/小偃 22 T97/Xiaoyan 22	1.000 0	0.562 8	0.881 4	0.799 4	0.895 9
62-9/小偃 22 62-9/Xiaoyan 22	1.000 0	0.462 2	0.549 7	0.775 3	0.701 9
镇东 43/小偃 22 Zhendong 43/Xiaoyan 22	1.000 0	0.921 7	0.829 1	0.616 5	0.746 8
西杂 5 号 Xiza No. 5	1.000 0	0.559 1	0.515 7	1.000 0	0.565 0
西杂 1 号 Xiza No. 1	1.000 0	0.735 1	0.429 1	0.870 6	0.588 1
小偃 22 Xiaoyan 22(CK)	1.000 0	0.960 1	0.924 7	0.515 5	0.588 6
r_i	1.000 0	0.706 9	0.662 2	0.760 2	0.594 0
W_i	0.268 6	0.189 9	0.177 8	0.204 2	0.159 5

2.2 参试杂种小麦各组合的关联度

灰色系统理论认为, 关联度越大的组合与理想组合越靠近。理想组合的各性状均优, 故关联度数值越大的品种越好。由表 3 可以看出, 本试验参试组合关联度的顺序为: 西杂 5 号> 2611/8727> 西杂 1 号

> 1376/8727> 小偃 22(CK)> 62-9/小偃 22> 特矮 31/小偃 22> W 768d/383> 94R-76/小偃 22> T97/小偃 22> 镇东 43/小偃 22。表现最好的组合为西杂 5 号, 其次为 2611/8727, 西杂 1 号, 1376/8727。

表 3 杂种小麦杂交组合与理想组合相应性状的关联度

Table 3 Relational coefficient of corresponding characters between experimental crosses and ideal cross

杂交组合 Combinations	产量 Yield	穗数 No. of spikes	穗粒数 No. of grains per spike	千粒重 1000-grain weight	株高 Plant height	r_i
W 768d/383	0 496 2	0 458 2	0 429 9	0 824 1	0 725 2	0 580 7
1376/8727	0 843 6	0 632 7	0 369 6	0 769 9	0 483 1	0 646 7
2611/8727	0 962 1	0 531 5	0 568 9	0 809 8	0 532 9	0 710 9
94R-76/小偃 22 94R-76/Xiaoyan 22	0 505 1	0 402 6	0 397 5	0 757 4	0 740 8	0 555 6
特矮 31/小偃 22 Teai 31/Xiaoyan 22	0 678 0	0 744 0	0 513 5	0 572 3	0 416 8	0 581 9
T97/小偃 22 T97/Xiaoyan 22	0 528 0	0 373 5	0 568 9	0 609 6	0 562 9	0 528 2
62-9/小偃 22 62-9/Xiaoyan 22	0 547 6	0 333 4	1 000 0	0 652 0	0 443 6	0 592 1
镇东 43/小偃 22 Zhendong 43/Xiaoyan 22	0 472 1	0 453 7	0 429 9	0 670 7	0 562 9	0 516 1
西杂 5 号 Xiza No. 5	1 000 0	0 556 9	0 513 5	1 000 0	0 562 9	0 759 7
西杂 1 号 Xiza No. 1	0 733 4	1 000 0	0 369 6	0 824 1	0 483 1	0 698 0
小偃 22 Xiaoyan 22(CK)	0 486 7	0 477 0	0 468 0	0 903 5	0 740 8	0 607 2

2 3 参试杂种小麦各组合的综合评判

对所有参试组合的产量进行方差分析, 结果(表 4)表明, 1376/8727, 2611/8727, 特矮 31/小偃 22, 62-9/小偃 22, 西杂 5 号, 西杂 1 号 6 个组合与对照品种小偃 22 在产量上有显著差异; 对参试杂交组合进行产量排序为西杂 5 号> 2611/8727> 1376/8727> 西杂 1 号> 特矮 31/小偃 22> 62-9/小偃 22> T97/小偃 22> 94R-76/小偃 22> W 768d/383> 小偃 22(CK)。而从灰色系统的角度分析表明, 在参试的各杂种小麦组合中, 西杂 5 号的关联度最大($r=0.7597$), 说明该组合的综合性状最好, 与理想组合最接近, 其次是 2611/8727($r=0.7109$),

西杂 1 号($r=0.6980$), 1376/8727($r=0.6467$), 小偃 22(CK) ($r=0.6072$), 其余组合则与理想组合距离较远。从排序的结果看, 明显与方差分析不同。如对照品种小偃 22, 在方差分析中位于第 10 位, 而在灰色系统分析中位于第 5 位。结合这两种分析方法来看, 西杂 5 号, 2611/8727 这 2 个组合表现最好, 从主要产量性状看, 这 2 个组合株高适中(80~85 cm), 千粒重较高, 在 40 g 以上, 穗粒数在 40 以上, 单位面积穗数较多(525 万穗/hm² 以上), 其产量也最高, 分别为 7 285.3 和 7 251.9 kg/hm², 比对照 6 438.7 kg/hm² 具有明显的增产效应, 因此, 这两个组合是比较理想的优良组合。

表 4 各杂交组合的综合评判结果

Table 4 The result of judging crosses

杂交组合 Combinations	产量方差分析 Yield variance analysis	排序 Order	评语 Comment	关联度 Relational grade	排序 Order	评语 Comment
W 768d/383	6 469.7	9	一般 General	0 580 7	8	一般 General
1376/8727	7 134.1*	3	优良 Better	0 646 7	4	优良 Better
2611/8727	7 251.9*	2	优良 Better	0 710 9	2	优良 Better
94R-76/小偃 22 94R-76/Xiaoyan 22	6 498.4	8	一般 General	0 555 6	9	一般 General
特矮 31/小偃 22 Teai 31/Xiaoyan 22	6 787.5*	5	优良 Better	0 581 9	7	一般 General
T97/小偃 22 T97/Xiaoyan 22	6 567.0	7	一般 General	0 528 2	10	一般 General
62-9/小偃 22 62-9/Xiaoyan 22	6 621.6*	6	优良 Better	0 592 1	6	一般 General
镇东 43/小偃 22 Zhendong 43/Xiaoyan 22	6 387.1	11	一般 General	0 516 1	11	一般 General
西杂 5 号 Xiza No. 5	7 285.3*	1	优良 Better	0 759 7	1	优良 Better
西杂 1 号 Xiza No. 1	6 991.5*	4	优良 Better	0 698 0	3	优良 Better
小偃 22 Xiaoyan 22(CK)	6 438.7	10	一般 General	0 607 2	5	一般 General

注: * 表示在 0.05 水平上有显著差异。
Note: The symbol (*) means the difference is significant at 0.05 level

3 讨 论

本研究采用灰色系统理论对参试的 10 个杂种小麦组合进行分析, 认为千粒重是影响小麦产量最

主要的因素, 并对各组合的优劣进行了综合评判, 为理想的杂种小麦品种选育提供了理论依据。

本试验中仅考查了千粒重、穗数、穗粒数、株高 4 个产量性状, 除此之外, 影响小麦产量及表现的还

有抗病性、抗倒伏能力、熟期等许多农艺性状。如 2001~ 2002 年度由于锈病小种的变化导致小麦锈病的大发生,使产量下降,籽粒瘪瘦。因此,若能考查更多性状,将更加有助于对杂种小麦强优势组合的综合评判,增加选育出强优势杂种小麦品种的机率。

在采用灰色系统理论进行综合评价时,本试验采用参试组合相应性状的最大值作为理想组合的各主要性状,这在实际应用中仅能针对每次试验,而关于如何结合育种确定一个共同的标准,及给予各性状适宜的权重系数相当重要,这有待于进一步探讨。

[参考文献]

- [1] Kihara H. Substitution of nucleus and its effects on genome manifestations[J]. Cytologia, 1951, 106: 177- 193
- [2] 傅大雄,阮仁武,皮伟. 杂交小麦育种——问题与挑战[J]. 西南农业学报, 1992, 5(1): 108- 114
- [3] 张爱民,黄铁城. 小麦杂种优势利用途径与研究进展[J]. 作物杂志, 1997, 19(5): 16- 20
- [4] 弓陆身,王秋叶,张建城,等. 杂种小麦生态型及强优势组合选配模式初探[A]. 黄铁城. 杂交小麦研究进展[C]. 北京: 农业出版社, 1993 16- 21.
- [5] 孙兰珍,高庆荣,张延传,等. 冬小麦产量性状杂种优势分析[J]. 北京农业大学学报, 1985, 11(4): 73- 80
- [6] 刘录祥,程俊源,孙国庆,等. 冬小麦化学杂种的优势表现分析[A]. 黄铁城. 杂交小麦研究进展[C]. 北京: 农业出版社, 1993 162- 166
- [7] 石有明,李伯群,余国东,等. CS 两系杂交小麦单株产量性状的通径分析[A]. 张爱民,黄铁城. 第一届国际杂种小麦研讨会论文集[C]. 北京: 中国农业大学出版社, 1998 326- 330
- [8] 郭瑞林. 作物灰色育种学[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1995
- [9] 吴效生,戴景瑞. 灰色系统理论在玉米育种中的综合应用[J]. 华北农学报, 1999, 14: 30- 35
- [10] 张朝新,蒋炳松. 应用灰色系统理论综合评估玉米新品种[J]. 种子, 1998, (1): 25- 28

Application of gray system theory on super hybrid wheat breeding

WANG Jun-wei¹, ZHANG Gai-sheng¹, LIU Hong-wei¹,
WANG Xiao-li¹, WANG Yong-jun¹, SUN Xiao-juan²

(1 Key Laboratory of Crop Heterosis, Shaanxi Province, Northwest Sci-Tech University of

Agricultural and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2 Xian Seed Company, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: By means of gray system theory, the 2001- 2002 result of yield contrast test of hybrid wheat was analyzed. The result showed that the order of relational grades of important characters to yield in hybrid wheat crosses was 1000-gram weight > No. of spikes ($10^4/\text{hm}^2$) > No. of grains per spike > plant height. Among the crosses, Xiza 5 was the better one, 2611/8727 and Xiza 1 were next.

Key words: gray system theory; hybrid wheat; variety breeding; complex evaluation