

广东省超甜玉米新组合模糊综合评价

王晓明¹, 王子明², 乐素菊¹, 刘国光¹

(1. 仲恺农业技术学院农学系, 广东广州 510225; 2. 广东省农作物杂种优势利用站, 广东广州 510500)

摘要:应用模糊综合评价方法,对广东省 2000-2002 年超甜玉米的一些新的杂交组合进行区域试验,在鲜穗产量、株型性状、生育期、抗逆性、品质等方面进行了定量化评价。结果表明:各组合的模糊综合指数(FCI 值)可以反映综合评价水平的高低。同时,该方法在评价因子的定量化方面更加准确和可靠。所获得的最终评价价值,不仅能反映各评价单元之间的相对级别,而且也能直接反映它们的绝对等级。

关键词:超甜玉米;新组合;区域试验;模糊综合评价

中图分类号:Q513.037

文献标识码:A

文章编号:1005-3395(2004)05-0459-05

Fuzzy Comprehensive Evaluation on the New Cross Combinations of Super-sweet Corn in Guangdong Province

WANG Xiao-ming¹, WANG Zi-ming², LE Su-ju¹, LIU Guo-guang¹

(1. Department of Agronomy, Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China;

2. Crops Heterosis-utilize Station of Guangdong, Guangzhou 510500, China)

Abstract: New cross combinations were subjected to regional test during 2000-2002 in Guangdong Province by using fuzzy comprehensive evaluation method. The evaluation factors included fresh spike yield, plant type traits, growth duration, resistance and quality. The results showed that the fuzzy comprehensive indexes for the combinations could well reflect the practical quality levels of the corn varieties. This method is more accurate in quantifying the factors evaluated in comparison with the weighted aggregative index method. The evaluation values finally obtained could reflect both the relative grades between evaluation factors and the absolute grades directly.

Key words: Super-sweet corn; New cross combination; Regional trial; Fuzzy comprehensive evaluation

区域试验是选拔优质高产高效益农作物新品种的重要步骤之一,而当选的农作物新品种的优劣直接关系到该品种推广规模的大小、经济效益的高低以及应用寿命的长短。农作物新品种和生产实践都要求区域试验不能用单一鲜穗产量性状来评价综合生产效能,而应从整体水平上真实地把握参试新组合,即从鲜穗产量、株型性状、生育期、抗逆性、品质等全面分析、综合评价,才能为新组合审定、生产示范、大面积推广提供详细、全面、可靠的理论和实践依据^[1]。本文运用模糊数学的方法对广东省 2000-2002 年超甜玉米区域试验新组合进行综合评

价,为筛选出适合广东省种植的超甜玉米新品种提供科学依据。

1 模糊综合评价方法及模型

采用的模糊评价模型为加权平均型(即 $M(\cdot, +)$)。综合评价空间为三元组 (U, V, R) ; 其中: $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$ 为评价因素集; $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$ 为评价等级; $R \in F(U \times V)$ 为模糊评价矩阵; r_{ij} ($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$) 为评价价值,它表示第 i 个因素第 j 个等级的隶属度^[2]; 向量 A 是各评价因素的权重分配; 由于

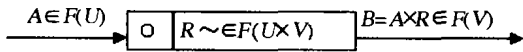
收稿日期:2003-11-03 接受日期:2004-04-27

基金项目:国家星火计划项目(2001EA780054)资助

$$R = \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \dots \\ r_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

$$A = (a_1, a_2, \dots, a_n), \text{ 且 } \sum_{i=1}^n a_i = 1,$$

因此, 评价结果 $B = A \times R \in F(V)$ 。三者间的关系如下:



模型中 R 相当于一个转换器, 当输入为 A 时, 输出为 B 。综合评价结果 B 是 V 上的模糊集。评价原则

采用模糊综合指数法; 其中模糊综合指数用 FCI 表示 ($FCI = B \times S$), 式中 S 为等级标准向量, $S = \{1, 2, 3, \dots, m\}$ 。

2 新组合模糊综合评价过程

2.1 确定评价单元及评价因素

以广东省 2000-2002 年超甜玉米新组合区域试验的各参试组合为评价单元; 其中 2000 年新组合 9 个, 2001 年和 2002 年新组合各 10 个 (表 1), 其中鲜穗产量是指 666.7 m^2 上的产量。

根据超甜玉米选育种和生产实践要求, 选择能客观反映和全面衡量超甜玉米优质高产高效益的因

表 1 2000-2002 年超甜玉米的评价因子值

Table 1 Data of evaluation factors for sweet corn varieties tested within 3 years

年份 Year	组合 Varieties	鲜穗产量 Fresh spike yield (kg)	一级果穗率 First grade spike rate (%)	植株高度 Plant height (cm)	穗位高度 Spike location height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	单穗鲜粒重 Fresh kernel weight per ear (g)	生育期 Growth duration (d)	抗病性 Disease resistance	抗倒性 Lodging resistance	甜度 Sweetness	果皮厚度 Pericarp thickness	适口性 Palatability	
2000	超甜711 Supersweet 711	907.0	70.5	206	69.5	2.5	148	79	较强 More	强 Most	较甜 Sweet	较薄 Thin	较好 Good	
	明甜5号 Mingtian 5	824.5	68.5	220	90.0	2.4	132	79	较强 More	较强 More	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good	
	金凤3号 Jinfeng 3	808.4	66.5	202	72.5	2.3	133	79	较强 More	较强 More	较甜 Sweet	较薄 Thin	中 Common	
	穗美9701 Suimei9701	780.8	64.5	205	70.0	2.2	133	77	较强 More	较强 More	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good	
	粤甜3 Yuetian 3	753.7	71.5	196	68.0	2.3	132	77	中 Moderate	强 Most	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good	
	南甜1号 Nantian 1	738.6	62.0	230	82.0	2.4	125	81	较强 More	较强 More	中 Moderate	较厚 Thick	中 Common	
	穗甜1号 Suitian 1 (Control)	682.9	70.0	212	65.5	2.2	126	72	中 Moderate	中 Moderate	中 Moderate	中 Medium	中 Common	
	2001	广甜2号 Guangtian 2	963.2	76.3	198	61.8	2.1	178	72	中 Moderate	较强 More	较甜 Sweet	较薄 Thin	好 Better
		仲农998 Zhongnong 998	915.9	72.0	181	63.6	2.2	155	75	中 Moderate	强 Most	中 Moderate	较厚 Thick	中 Common
明甜5号 Mingtian 5		895.6	75.0	223	89.6	2.3	135	75	较强 More	强 Most	较甜 Sweet	较厚 Thick	较好 Good	
华甜1号 Huatian 1		889.0	70.8	182	63.6	2.3	139	75	较强 More	较强 More	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good	
超甜613 Supersweet 613		884.8	66.0	194	65.6	2.2	135	73	中 Moderate	较强 More	中 Moderate	中 Medium	较好 Good	
中甜1号 Zhongtian 1		852.0	69.0	205	73.5	2.1	140	75	中 Moderate	较强 More	中 Moderate	较薄 Thin	中 Common	
穗美9701 Suimei 9701		835.1	70.3	211	62.7	2.1	144	73	中 Moderate	较强 More	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good	
穗甜1 Suitian 1 (Control)		811.1	66.8	216	59.0	2.3	149	72	中 Moderate	较强 More	中 Moderate	较厚 Thick	中 Common	

续表 1(Continued)

年份 Year	组合 Varieties	鲜穗产 量 Fresh spike yield (kg)	一级果穗 率 First grade spike rate (%)	植株高度 Plant height (cm)	穗位高度 Spike location height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	单穗鲜粒 重 Fresh kernel weight per ear (g)	生育期 Growth duration (d)	抗病性 Disease resistance	抗倒性 Lodging resistance	甜度 Sweetness	果皮厚度 Pericarp thickness	适口性 Palatability
2002	佳美1号 Jiamei 1	808.5	69.5	181	54.3	2.2	153	70	中 Moderate	较强 More	较甜 Sweet	中 Medium	较好 Good
	农甜2号 Nongtian 2	768.6	70.3	190	53.9	2.1	127	71	中 Moderate	较强 More	较甜 Sweet	较薄 Thin	好 Better
	仲农998 Zhongnong 998	897.4	74.3	196	69.1	2.0	139	78	较强 More	强 Most	中 Moderate	中 Medium	中 Common
	先甜1号 Xiantian 1	866.6	74.7	217	57.0	2.2	148	79	强 Most	强 Most	中 Moderate	较薄 Thin	较好 Good
	华宝1号 Huabao 1	861.8	70.7	193	51.2	2.0	136	79	较强 More	强 Most	较甜 Sweet	较薄 Thin	较好 Good
	正甜613 Zhentian 613	846.6	71.2	195	62.8	2.0	133	77	中 Moderate	较强 More	中 Moderate	较薄 Thin	较好 Good
	粤甜9号 Yuetian 9	798.0	66.7	205	83.7	2.0	141	76	较强 More	较强 More	较甜 Sweet	较薄 Thin	较好 Good
	穗甜1号 Suitan 1 (Control)	734.0	64.5	203	52.1	1.9	125	75	较强 More	较强 More	中 Moderate	中 Medium	中 Common
	中甜1号 Zhongtian 1	713.7	62.7	196	66.2	2.1	119	78	中 Moderate	强 Most	中 Moderate	较薄 Thin	较好 Good
	佳美1号 Jiamei 1	709.7	55.6	178	52.0	2.0	131	72	中 Moderate	较强 More	较甜 Sweet	较薄 Thin	较好 Good
	农甜2号 Nongtian 2	660.4	53.8	178	42.0	1.9	116	74	中 Moderate	较强 More	甜 Sweeter	较薄 Thin	较好 Good
	脆王 Cuiwang	558.8	53.7	166	43.6	1.9	104	70	中 Moderate	较强 More	甜 Sweeter	较薄 Thin	好 Better

素作为评价因素。根据实际情况我们选取了鲜穗产量、一级果穗率、植株高度、穗位高度、茎粗、单穗鲜粒重、生育期、抗病性、抗倒性、甜度、果皮厚度、适口性等 12 个因素作为评价因素, 即评价因素集 $U = \{ \text{鲜穗产量, 一级果穗率, 植株高度, 穗位高度, 茎粗, 单穗鲜粒重, 生育期, 抗病性, 抗倒性, 甜度, 果皮厚度, 适口性} \}$; 甜度、果皮厚度、适口性由专业人员品尝评定。

由于年际间气候、栽培、管理等条件不同, 各参试组合评价分 3 年进行, 位次比较在年内进行。

2.2 确定评价标准及评价因素权重

根据 3 年各参试组合评价因素值的实测值范围, 我们共分为五个评价等级, 即 $V = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, 并确定了与之相对应的评价标准(表 2)。在各组合评价中, 适当考虑了各评价因素的重要程度, 采用“层次分析法”确定各因素权重。广东省在发展超甜玉米时, 注重鲜穗产量高, 植株粗壮, 品质优良等因素; 同时, 根据全省超甜玉米选育种实践和生产的实际情况, 采用集思广益法, 由专家对不同层次

的各评价因素进行了评判, 并确定各项评价因素的权重, 其结果如表 3 所示。

2.3 建立模糊综合评价矩阵

根据评价要求, 在确定好各评价因素信息后, 首先建立了模糊综合评价矩阵 R 。矩阵 R 的建立,

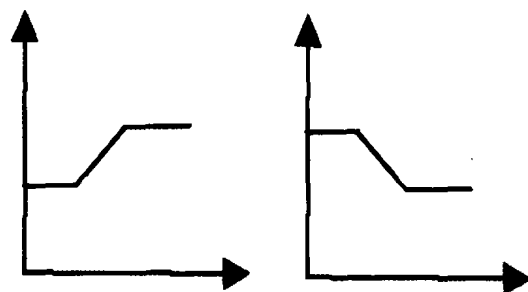


图 1 S 型

$$U(i) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x < a \\ 1 & x \geq b \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \end{cases} \quad (1)$$

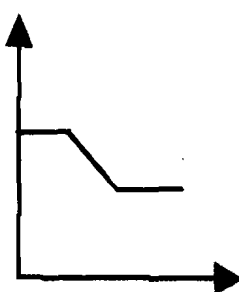


图 2 倒 S 型

$$U(i) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x < a \\ 0 & x \geq b \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \end{cases} \quad (2)$$

表 2 评价标准

Table 2 Standard values for grade classification

因素 Factors	等级 Grades				
	1	2	3	4	5
鲜穗产量 Fresh spike yield (kg)	600	700	800	900	1000
一级果穗率 First grade spike rate (%)	55	60	65	70	75
植株高度 Plant height (cm)	190	200	210	220	230
穗位高度 Spike location height (cm)	90	80	70	60	50
茎粗 Stem diameter (cm)	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6
单穗粒鲜重 Fresh kernel weight per ear (g)	100	120	140	160	180
生育期 Growth duration (d)	72	74	76	78	80
抗病性 Disease resistance	差 Least	较差 Less	中 Moderate	较强 More	强 Most
抗倒性 Lodging resistance	差 Least	较差 Less	中 Moderate	较强 More	强 Most
甜度 Sweetness	不甜 Sweetless	低甜 Less	中 Moderate	较甜 Sweet	甜 Sweeter
果皮厚度 Pericarp thickness	厚 Thicker	较厚 Thick	中 Medium	较薄 Thin	薄 Thinner
适口性 Palatability	差 Worse	较差 Bad	中 Common	较好 Good	好 Better

其目的是确定矩阵中的参评因素及其评价价值 r_{ij} ; 而 r_{ij} 的建立是通过建立隶属函数 $\{U_i\}$ 来确定的; r_{ij} 即为隶属函数 $\{U_i\}$ 的隶属度, 在与综合评价价值有关的因素中, 有些因素与综合评价价值成 S 型曲线关系 (图 1), 而有些则成倒 S 型曲线关系 (图 2)。属于图 1 类的因素在确定隶属函数 $\{U_i\}$ 时, 选用公式 1 作为隶属函数的基本形式, 属于图 2 类的因素在确定隶属函数 $\{U_i\}$ 时, 我们选用公式 2 作为隶属函数的基本形式。通过隶属函数 (公式 1、公式 2) 与表 2 的评价标准可计算出每个组合各评价因素值对各等级的隶属度 r_{ij} , 从而建立模糊评判矩阵 R。

3 模糊评价的过程及结果

以 2000 年新组合超甜 711 为例说明模糊综合评价过程。

评价因素向量:

$U = \{907.0, 70.5, 206, 69.5, 2.5, 148, 79, \text{较强, 强, 中甜, 较薄, 较好}\}$ 。

权重向量: $A = \{0.4, 0.1, 0.1, 0.05, 0.05, 0.1, 0.04, 0.05, 0.05, 0.02, 0.02, 0.02\}$ 。

通过公式 1、公式 2 计算该组合各评价因素值对各等级的隶属度 r_{ij} , 得到模糊关系矩阵 R:

表 3 评价因素权重

Table 3 The weighting of evaluation factors

权重 Weighting	鲜穗产量 Fresh spike yield	一级果穗率 First grade spike rate	植株高度 Plant height	穗位高度 Spike location height	茎粗 Stem width	单穗粒鲜重 Fresh kernel weight per ear	生育期 Growth duration	抗病性 Disease resistance	抗倒性 Lodging resistance	甜度 Sweetness	果皮厚度 Pericarp thickness	适口性 Palatability
	0.4	0.1	0.1	0.05	0.05	0.1	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02

表 4 2000-2002 年超甜玉米各组合的模糊综合指数

Table 4 Fuzzy comprehensive index (FCI) of sweet corn varieties tested during 2000-2002

组合 Varieties	2000		2001		2002			
	FCI	排名 Order	组合 Varieties	FCI	排名 Order	组合 Varieties	FCI	排名 Order
超甜 711 Supersweet 711	3.8657	1	广甜 2 号 Guangtian 2	3.9687	1	先甜 1 号 Xiantian 1	3.9193	1
明甜 5 号 Mingtian 5	3.3579	2	明甜 5 号 Mingtian 5	3.7884	2	仲农 998 Zhongnong 998	3.5840	2
金凤 3 号 Jinfeng 3	3.1011	3	仲农 998 Zhongnong 998	3.5706	3	华宝 1 号 Huabao 1	3.4849	3

表 5 评价等级与模糊综合指数

Table 5 Fuzzy comprehensive index for evaluating grades

评价等级 Evaluating grades	1	2	3	4	5
FCI 取值范围 FCI range	<2.000	2.000-2.999	3.000-3.999	4.000-4.999	≥5.000

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.9296 & 0.0704 \\ 0 & 0 & 0 & 0.9 & 0.1 \\ 0 & 0.4 & 0.6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.95 & 0.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0.4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

模糊综合评价结果: $B = A \times R = \{0.00000, 0.04000, 0.18750, 0.61434, 0.15816\}$

模糊综合指数: $FCI = B \times S = 3.8657$

按照上述评价方法和过程, 可得到广东省 2000-2002 年超甜玉米区域试验的各组合模糊综合指数 FCI。现将 3 年中排名前三位的组合列于表 4。

表 5 中的评价等级与表 2 中的等级标准相对应。因此, 结合表 5, 根据各组合的 FCI 值就可反映出该组合综合评价的高低。FCI 值越高, 表明该组合综合评价越好。

4 讨论和建议

通过模糊综合评价, 在广东省超甜玉米 3 年区域试验中, 表现较好的新组合有超甜 711、广甜 2 号、先甜 1 号、明甜 5 号、仲农 998、金凤 3 号和华宝 1 号等。明甜 5 号在 2000 年和 2001 年均居于区域试验第二, 其中, FCI 两年平均 3.5732, 处于综合评价等级的 3.6 级左右; 而仲农 998 居于区域试验第三和第二, FCI 两年平均 3.5773, 处于综合评价等级的 3.6 级左右; 其次, 超甜 711、金凤 3 号、广甜 2 号、先甜 1 号和华宝 1 号, 在各自一年的区域试验中, FCI 分别为 3.8657、3.1011、3.9687、3.9193 和 3.4849, 其综合评价等级都没有超过 4 级。上述结果说明广东省 2000-2002 年 3 年区试中的新组合, 其综合评价等级都没有超过 4 级, 要选育出综合性状优良 (达到或超过 5 级) 的超甜玉米新组合, 仍需超甜玉米新品种选育工作者继续努力。

模糊综合评价法与广东省超甜玉米区域试验采用的不同年份一季多点联合分析、新复极差检验和

戴乔治稳定性法¹⁾相比较, 其评价结果具有同质性。例如, 用前者评价明甜 5 号, 在 2000 年、2001 年名列第二, 而仲农 998 在 2001 年、2000 年名列第三和第二; 用后者评价明甜 5 号分别是第二和第三, 仲农 998 分别是第二和第一, 虽然两个新组合在名次上有所位移, 但无本质差异; 因此, 两种方法都可以作为超甜玉米区域试验综合性状考察的分析方法。

由于年际间气候、栽培、管理等环境条件不同, 即使参试组合相同, 其综合表现也不相同。因此同一组合在不同年度的 FCI 值不同 (例如仲农 998)。其次, 在超甜玉米区试中, 通常对鲜穗产量、植株高度、穗位高度、茎粗、生育期、品质等多种性状进行测定, 取得多组数据, 而模糊综合评价方法是通过对多种性状数据进行处理和综合, 可使超甜玉米新组合综合属性由模糊变得更加清晰, 更能清楚和准确地反映超甜玉米新组合在区域试验中的综合评价地位。

本文所采用的模糊综合评价法, 与传统的“权重指数法”相比, 在因素的定量化方面更加准确可靠。传统的评价方法通常将各参评因素进行等级划分, 并直接赋予一定的数值和权重, 计算出最终得分, 然后评价单元等级。而模糊综合评价法, 首先是建立各参评因素的隶属函数, 通过隶属函数计算出的隶属度来给综合参评因子赋值, 因而每个评价单元的最终评价价值实际上是该评价单元之间的综合隶属度。这一评价价值不仅反映了各评价单元之间的相对关系, 而且也可直接反映出各个评价单元的绝对等级。这在传统的评价方法中是不能直接做到的, 因为其评价价值反映的只是评价单元之间的相对量, 只有在通过对各评价单元的评价价值比较进行后才能加以反映。

参考文献

- [1] Han W H(韩卫红), Zhao B X(赵保献), Chen R L(陈润玲), et al. Fuzzy comprehensive evaluation of the maize variety of regional trial [J]. J Maize Sci(玉米科学), 2001, (4):36-38.(in Chinese)
- [2] 周宝焜. 农业中的模糊数学应用及程序 [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1992. 220-256.
- [3] 杨崇瑞. 模糊数学及其应用 [M]. 北京: 农业出版社, 1994. 196-202.
- [4] Zhao Y H(赵玉环), Wang X M(王晓明). Fuzzy comprehensive evaluation of the maize new cross combination of regional trial in Guangdong Province [J]. Heredity(遗传), 2002, 24(4):442-446.(in Chinese)

1) 广东省 2000-2002 年秋植甜玉米新组合区域试验总结材料。