

种子试验的数学模型

张俊生 (新乡市卫生学校, 河南新乡 453000)

摘要 应用综合评价数学模型以玉米为例对河南省 2001 年区试套种组的 10 个参试组合进行定量评价。结果表明: 浚单 981 居参试组合评价第一, 表现稳定, 可以在豫北地区和豫东地区推广。

关键词 综合评价模型; 区域试验

中图分类号 S11⁺9 **文献标识码** A **文章编号** 0517 - 6611(2009)22 - 10331 - 02

Mathematical Model of Comprehensive Evaluation of Seeds Test

ZHANG Jun-sheng (Xinxiang Medical School, Xinxiang, Henan 453000)

Abstract Comprehensive evaluation mathematical model was applied to the quantitative evaluation of the ten new corn cross combinations in the regional trial in Henan Province in 2001. The results showed that Jun-dan 981 ranked the first, apparent stability, so they can be recommended to plant in north and east Henan Province.

Key words Comprehensive evaluation model; Regional trial

运用综合评价数学模型的理论与方法处理河南 2001 年玉米区试组合(套种组)试验资料, 在综合考察各参试组合的高产、优质、稳定、抗逆等因素的基础上建立相应的数学模型, 对参试组合进行排序和对模型进行分析, 为新品种的选育和良种的推广及应用提供依据^[1-4]。

1 数学模型

定义: 设 n 个变量的评判函数 $f: [0, 1]^n \rightarrow [0, 1]$, 满足: ① $f(0, 0, \dots, 0) = 0, f(1, 1, \dots, 1) = 1$; ② 如果 $x_i \leq x'_i (i = 1, 2, \dots, n)$, 则 $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq f(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$; ③ $\lim_{x_i \rightarrow x_{i0}} f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_{10}, x_{20}, \dots, x_{n0})$; ④ $f(x_1 + x'_1, x_2 + x'_2, \dots, x_n + x'_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + g(x'_1, x'_2, \dots, x'_n)$, 则称函数 f 为评判函数, 其中 $g: [0, 1]^n \rightarrow [0, 1]$ 。

引理 1: 设 f 是评判函数, 则 $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n a_i x_i, \sum_{i=1}^n a_i = 1, a_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$ 。

这个引理表明, 在进行综合评判时, 可采用实数的加法、乘法运算代替“ \vee ”和“ \wedge ”运算, 得到的结果仍是 F 集。这里 ($i = 1, 2, \dots, n$) 称为第 i 个因素的权重。

1.1 确定评价因素集 根据对评价对象的影响确定评价因素集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$, 其中, $U_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 表示被评判对象的第 i 种因素。

1.2 确定权重向量 通常各个因素对评价对象的重要程度的影响是不同的, 根据每个因素 U_i 对被评价对象的影响的程度, 赋予一个相应的权值 ($i = 1, 2, \dots, n$), 构成权重向量 $A = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 且 $\sum_{i=1}^n a_i = 1, a_i \geq 0 (i = 1, 2, \dots, n)$, 元素表示因素 $U_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 对被评价对象“重要”的隶属程度。权重向量 A 为因素集 U 上的一个模糊子集。

1.3 确定评价集 根据评价的目标确定评价集 $V = \{V_1, V_2, \dots, V_m\}$, 其中, 元素 $V_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 为各种可能的综合评价结果。

1.4 确定单因素评价矩阵 从因素 U_i 出发进行评价。确定评价对象的因素 U_i 对评价集 V_j 的隶属度 $r_{ij} (i = 1, 2, \dots,$

$n; j = 1, 2, \dots, m)$, 对第 i 个因素 U_i 评价的结果 R_i 称为单因素模糊评价集, 即 $R_i = (r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im})$, 它是 V 上的一个模糊子集。以各单因素评价集的隶属度为行所得的矩阵称为单因素评价矩阵, 即

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

1.5 综合评价集 利用评判函数得到综合评价集 $B = A \cdot R = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, 这里 A, R 分别为上述权重向量和单因素评价矩阵, $b_j = \sum_{i=1}^n a_i r_{ij} (j = 1, 2, \dots, m)$ 。评价结果 $B = A \cdot R \in F(V)$ 。三者之间的关系如下: $\xrightarrow{A \in F(U)} \xrightarrow{R \in F(U * V)} \xrightarrow{B \in F(V)}$ 。

评价原则采用模糊综合指数法, 模糊综合指数 FCI 为: $FCI = B * S$ 。这里 S 为等级分值向量, $S^T = \{m, m-1, \dots, 1\}$ 。

2 模型的综合评价

遵循主导因素原则、相对独立性原则, 根据玉米育种的理论并参考育种专家的意见, 确定以产量、稳定性、品质、小斑病、青枯病、黑粉病、倒折率、生育期、株高、穗位高共 10 个性状为评价因素。2001 年玉米区试套种组参试组合及评价因素值列于表 1。

根据该区试数据, 将各参试组合的诸评价因素的实测值分为 5 个等级, 即 $V = \{1, 2, 3, 4, 5\}$, 并确定与之对应的分级标准(表 2)。根据玉米生产实践, 在专家评判的基础上, 对各评价因素赋予适当的权重(表 2)。

根据评价因素和评价标准, 建立模糊综合评价矩阵 R 。隶属度 r_{ij} 是通过建立隶属函数来确定的。模糊事物的特性不同, 隶属函数的类型也不同。此处, 根据评价因素的特性, 如产量、品质, 其等级随因素值递增, 可采用升半阶梯形隶属函数, 如果等级关于因素值递减或其他情况, 可采用降半阶梯形隶属函数。

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 < x \leq a_2 \\ 1, & x > a_2 \end{cases}$$

基金项目 河南省教育厅自然科学基金资助项目(2007120003)。

作者简介 张俊生(1958 -), 男, 河南新乡人, 讲师, 从事多元统计分析研究。

收稿日期 2009-04-10

表1 套种组合及评价因素值
Table 1 Interplanting combination and evaluation factors value

品种组合 Variety combination	产量//kg/hm ² Yield	稳定性//d Stability	品质 Quality	小斑病//% Helminthosporium maydis	青枯病//% Bacterial wilt	黑粉病//% Smut	倒折率//% Inverted folded rate	生育期//d Growth period	株高//cm Plant height	穗位高//cm Ear height
浚单 983 Jun-dan 983	9 616.21	1.1988	2.5	2	1.2	0.7	9.9	103	275.2	125.9
鲁单 981 Lu-dan 981	8 806.20	1.0051	1.5	1	4.7	0.4	20.8	102	293.5	121.0
济丰 4 号 Ji-feng No. 4	9 208.49	1.096 1	1.5	1	2.3	1.1	4.6	104	254.4	99.9
新单 22 号 Xin-dan No. 22	9 446.38	1.096 0	2.0	2	3.7	5.3	9.0	103	252.8	106.6
32P75	9 000.30	0.757 4	1.5	2	0.3	2.0	8.3	104	294.6	112.6
中字 10 号 Zhong-zi No. 10	8 104.25	1.579 0	1.5	1	0.3	0.1	7.6	103	263.8	114.0
CT99A12	9 349.93	1.567 0	2.5	2	0.2	0.4	8.5	103	283.5	123.6
浚单 9810 Jun-dan 9810	9 255.74	0.869 0	2.0	2	1.8	1.4	6.4	103	260.1	110.4
XQ2672	8 785.81	1.213 0	1.5	1	0.2	0.7	7.1	105	280.3	123.8
豫单 2002 Yu-dan 2002	9 000.75	0.924 7	2.0	2	11.3	0.2	5.5	104	272.3	97.8

表2 综合评价因素的评价标准及权重
Table 2 Evaluation standard and weight of comprehensive evaluation factors

等级 Grade	产量//kg/hm ² Yield	稳定性//d Stability	品质 Quality	小斑病//% Helminthosporium maydis	青枯病//% Bacterial wilt	黑粉病//% Smut	倒折率//% Inverted folded rate	生育期//d Growth period	株高//cm Plant height	穗位高//cm Ear height
1	≥9 500	≤0.8	≥2.5	≤1	≤1	≤0.5	≤5	≤102	≤250	≤90
2	9 200	1	2	2	2	1	10	104	270	100
3	8 900	1.2	1.5	3	3	1.5	15	106	290	110
4	8 600	1.4	1	4	4	2	20	108	310	120
5	≤8 300	≥1.6	≤0.5	≥5	≥5	≥2.5	≥25	≥110	≥330	≥130
权重 Weight	0.36	0.14	0.22	0.04	0.04	0.02	0.1	0.08	0.01	0.03

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq a_1 \\ \frac{a_2 - x}{a_2 - a_1}, & a_1 < x \leq a_2 \\ 0, & x > a_2 \end{cases}$$

根据表2的评价标准,通过隶属函数可计算出诸参试组合各评价因素的隶属度 r_{ij} ,建立诸组合的评价矩阵 R 。

3 模型的分析评价过程

以组合浚单 983 为例说明评价过程。评价因素向量 $U = \{9\ 616.19, 1.198\ 8, 2.5, 2, 1.2, 0.7, 9.9, 103, 275.2, 125.9\}$,按上述隶属度的计算方法,参照各因素的分级标准,得模糊关系矩阵 R :

$$R^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 0.8 & 0.6 & 0.1 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.06 & 0 & 1 & 0.2 & 0.4 & 0.9 & 0.5 & 0.75 & 0 \\ 0 & 0.94 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.25 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 \end{bmatrix}$$

计算可得模糊综合评价结果: $B = A \cdot R = (0.634\ 0, 0.201\ 9, 0.134\ 1, 0, 0.030\ 0)$,模糊综合指数 $FCI = B \cdot S = 4.409\ 9$ 。

仿此过程,可得诸参试组合的模糊综合指数(表3)。各参试组合的 FCI 值越高,表明该品系的综合评价越好。

4 结论

评价结果显示:浚单 983 居首位,该品种具有产量高、稳定性好、抗逆性较强等优点,在供试组合中是综合性状最好、

增产潜力大的优良品种。浚单 9810 和新单 22 号分列第 2、3

表3 参试组合模糊综合指数
Table 3 Fuzzy comprehensive index of tested combinations

组合 Combinations	FCI 值 FCI Value	位次 Locant	组合 Combinations	FCI 值 FCI Value	位次 Locant
浚单 983 Jun-dan 983	4.099 0	1	中字 10 号 Zhong-zi No. 10	2.589 6	10
鲁单 981 Lu-dan 981	2.908 1	9	CT99A12	4.088 0	4
济丰 4 号 Ji-feng No. 4	3.896 6	5	浚单 9810 Jun-dan 9810	4.355 8	2
新单 22 号 Xin-dan No. 22	4.149 9	3	XQ2672	3.227 0	8
32P75	3.685 4	7	XQ2672		
			豫单 2002 Yu-dan 2002	3.776 2	6

位。试验表明,尽管新单 22 号和 CT99A12 在产量上比浚单 9810 略占优势,且新单 22 号品质较好,但在抗病、抗倒方面略显不足,而组合 CT99A12 则因稳定性较差而影响综合评价的秩次。

参考文献

[1] 张远群,孔繁玲,廖琴,等.作物品种区域试验的评价体系及评价方法[J].农业系统科学与综合研究,2000,16(2):81-86.
[2] 武伟,唐明华,刘洪斌,等.土壤养分的模糊综合评价[J].西南农业大学学报,2000,22(3):270-272.
[3] 韩卫红,赵保献,陈润玲,等.玉米区域试验品种的模糊综合评价[J].玉米科学,2001,9(4):36-38.
[4] 樊景胜.模糊概率应用于玉米品种综合评价的研究[J].黑龙江农业科学,1994(4):16-18.