

模糊综合评判在春小麦品种(系)抗旱性鉴定中的应用

周晓震 徐国锋 王世恩 于世选 祁适雨

(黑龙江省农科院育种所)

前言

干旱是限制我省小麦进一步发展和提高生产水平的主要生态因子。有些年份,由于生长季节出现长时期干旱严重影响小麦正常生长,造成小麦大幅度减产。因为不同品种间的抗旱性有明显的差别,所以选育一些适应干旱条件的小麦品种或较耐旱的小麦品种,对提高我省小麦的稳产性和单位面积产量是具有现实意义的。选育和鉴定小麦品种的抗旱性目前办法较多,如近年来国内外有人利用小麦气孔的抗性,在高渗透压的蔗糖溶液里种子发芽的情况和电解质从叶子里离析出来的变化为依据评定小麦和大麦的抗旱性;也有人把需要观察鉴定的材料放在干旱条件下进行生态生理的研究等等。这些办法一般都是分析单一性状或是用眼力观察来确认品种的抗旱性的,但品种的抗旱性是由多种因素组成的一个较为复杂的综合性状,因此如何对品种的抗旱性进行综合分析,确定品种的抗旱程度是值得讨论的。前人研究表明品种抗旱性的强弱是相对的,抗旱与不抗旱之间没有明确的界线,要了解品种的抗旱程度可应用近年新发展的模糊数学。模糊数学(Fuzzy Mathematics)是1965年美国科学家查德提出来的,1976年我国才开始研究。近年模糊数学在我国的应用发展很快,很多方面得到应用,但在育种上应用,尤其是在小麦品种抗旱性鉴定方面应用尚未找到

具体报导。为使各品种的抗旱程度有一个比较明显的指标和确认品种的使用价值及其适应范围,本文应用模糊数学中的综合评判法,对1982年我院(所内)小麦品比试验各品种(系)的抗旱性进行了如下分析:

一、材料和方法

1. 供试材料: 选用即将参加区试的中晚熟品系10份,对照克旱6号。试验地前茬大豆、秋翻耙平,采用随机区组设计,4次重复,每区行长6米,6行区,行距20厘米,小区间距45厘米,小区面积7.2平方米。4月5日播种,种肥20斤/亩(N、P复合肥)3叶期追尿素30斤/亩。收获后考种记载株高、穗长、主穗粒数、千粒重、亩产量等性状。

2. 统计方法: 采用模糊综合评判分析各品种(系)的抗旱性,评定出品种抗旱性的级别。抗旱性的程度分为五级:Ⅰ级为高度抗旱;Ⅱ级为中度抗旱;Ⅲ级为抗旱;Ⅳ级为抗旱性差;Ⅴ级为不抗旱。分析数据采用各性状4次重复的平均数。采用公式是:

$$\textcircled{1} \mu_{(x)} N = \begin{cases} 1 & x_i \geq \alpha_1 \\ \frac{x_i - \alpha_2}{\alpha_1 - \alpha_2} & \alpha_2 < x_i < \alpha_1 \\ 0 & x_i \leq \alpha_2 \end{cases}$$

$\mu_{(x)}$ 是隶属度, x_i 是实测值, α_1, α_2 是抗旱指标不同级的常数

$$\textcircled{2} W_i = \frac{C_i}{S_i}$$

W_i 是权重, C_i 为各性状的均方差, S_i 为 i 种抗旱指标的标准值, 本文中抗旱指标分五个级别则取它们的均值公式为:

$$S_i = \frac{1}{N} (I_i + II_i + III_i + IV_i + V_i + \dots + N_i)$$

N 为分级数

$$\textcircled{3} \text{AOR} = \bigvee_{i=1}^n [A_{in} \wedge R_{ni}]$$

A 是权重计算结果所组成的 $(1 \times n)$ 矩阵, R 是各性状对于抗旱性的隶属程度组成的 $(n \times n)$ 矩阵, AOR 表示两个矩阵的复合运算。“ \vee ”=取最大值, “ \wedge ”=取最小值。

二、分析原理

许多客观事物中的绝大多数概念, 都是不确切的概念。很多概念都不能要求每个对象对于是否符合作出完全肯定的回答, 它们在符合与不符合之间允许有中间状态, 人们把这类概念叫做模糊概念。模糊综合评判是研究和处理模糊概念的一种数学方法。在模糊综合评判中可用隶属度来刻画客观事物中许多模糊的界线, 它可考虑事物的中间状态, 隶属度可用隶属函数来表达。小麦品种的“抗旱程度”就是一个典型的模糊概念。那么作为评价品种抗旱程度的分级标准必然也是模糊的。分析品种抗旱性首先要对调查的各性状进行评价, 评价前需要进行分级。分级后建立各级别隶属函数, 将实测数据代入隶属函数求出各性状对抗旱性的各级别的隶属度, 组成 $(n \times n)$ 的模糊矩阵 R 。考虑总体抗旱性中的各项指标给予权重, 组成一个 $(1 \times n)$ 的模糊矩阵 A 。在此基础上把 A 和 R 进行模糊矩阵的复合运算便可得出综合评价结果。

三、实例计算

1. 选取抗旱指标和分级标准: (见表 1)

2. 作出各单项指标对于各级别抗旱性隶属度的函数和图形

表 1 小麦品种抗旱性的各级指标

性状 \ 抗旱级别	I	II	III	IV	V
株高(厘米)	86	84	82	76	72
穗长(厘米)	12	11	10	9	8
主穗粒数	50	49	47	44	42
千粒重(克)	27	26	25	23	21
亩产量(斤)	522	512	500	476	450

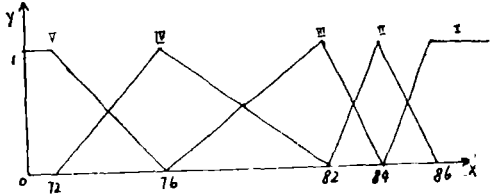


图 1 株高五个级别隶属函数图形

$$Y_I = \begin{cases} 0 & x \leq 84 \\ \frac{1}{2}(x-84) & 84 < x < 86 \\ 1 & x \geq 86 \end{cases}$$

$$Y_{II} = \begin{cases} \frac{1}{2}(x-82) & 82 < x < 84 \\ -\frac{1}{2}(x-86) & 84 < x < 86 \\ 0 & x \leq 82, x \geq 86 \end{cases}$$

$$Y_{III} = \begin{cases} (x-76) & 76 < x < 82 \\ -\frac{1}{2}(x-84) & 82 < x < 84 \\ 0 & x \geq 84, x \leq 76 \end{cases}$$

$$Y_{IV} = \begin{cases} (x-72) & 72 < x < 76 \\ -(x-82) & 76 < x < 82 \\ 0 & x \geq 82, x \leq 72 \end{cases}$$

$$Y_V = \begin{cases} 1 & x \leq 72 \\ -(x-76) & 72 < x < 76 \\ 0 & x \geq 76 \end{cases}$$

类似建立穗长, 主穗粒数, 千粒重和亩产量的隶属函数和图形。

3. 对各性状分别进行评价

通过隶属函数求出各性状对于五个级别抗旱性的隶属程度。例如品系 78 异 2396 五

个实测数据代入隶属函数, 所得计算结果如表 2:

表 2 龙 78 异 2396 五个实测值的隶属函数计算结果表

	YI	YII	YIII	YIV	YV
株 高 $x=81.5$	0	0	5.5	0.5	0
穗 长 $x=10.3$	0	0.15	0.35	0	0
主穗粒数 $x=44.3$	0	0	2.4	0.6	0
千 粒 重 $x=25.2$	0	0.1	0.4	0	0
亩 产 量 $x=513.9$	0.95	4.05	0	0	0

表 2 的数据经归一化处理则

$$R = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.92 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0.19 & 0.81 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

4. 计算权重

表 3 龙 78 异 2396 五个实测值的权重计算结果表

	株 高	穗 长	主穗粒数	千粒重	亩产量
C_i	19.8	0.5	5.45	2.48	382
S_i	80	10	46.4	24.4	492
$W_i = \frac{C_i}{S_i}$	0.25	0.05	0.12	0.1	0.78
$\bar{W}_i = \frac{\frac{C_i}{S_i}}{\sum \frac{C_i}{S_i}}$	0.19	0.04	0.09	0.08	0.6

则 $\tilde{A} = (0.19, 0.04, 0.09, 0.08, 0.6)$

5. 模糊矩阵的复合运算

$\tilde{AOR} = (0.19, 0.04, 0.09, 0.08, 0.6)$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0.92 & 0.08 & 0 \\ 0 & 0.3 & 0.7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.8 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0.2 & 0.8 & 0 & 0 \\ 0.19 & 0.81 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$= 0.19, 0.6, 0.19, 0.09, 0$

在模糊矩阵的复合运算结果中选择隶

属度最大者为该品种的抗旱级别。龙 78 异 2396 的抗旱级别为 II 级(中抗)。用以上同样方法计算各品种(系)的隶属度结果如下表:

表 4 参加试验品种(系)AOR 的复合运算结果表

品种(系) \ 抗旱级别	I	II	III	IV	V	评定结果
龙 79—9560	0.6	0.07	0.19	0.19	0.09	I
龙 78 异 2396	0.19	0.6	0.19	0.09	0	II
龙 79—9468	0.19	0.6	0.04	0.09	0.08	II
龙 79—9487	0.1	0.6	0.09	0.19	0.19	II
龙 79—9516	0	0.09	0.6	0.31	0.05	III
龙 79—9589	0	0	0.6	0.125	0.19	III
龙 79—1305	0	0.08	0.6	0.19	0	III
龙 79—5946	0	0.08	0.6	0.23	0	III
龙 79—9500	0	0.19	0.19	0.6	0.09	IV
龙 79—9536	0	0	0.09	0.6	0.25	IV
克旱 6 号	0.19	0.19	0	0.25	0.6	V

四、讨 论

1. 模糊数学从第一次提出到现在仅有 18 年的历史, 我国从事此项研究也仅仅 8 个年头。多应用于基础理论外, 还在医疗诊断、气象预报, 农业估产, 环境保护等很多方面得到应用。小麦品种的抗旱性是一个典型的模糊问题。应用模糊综合评判来鉴定小麦抗旱性, 可人为地将小麦品种的抗旱性分成不同的级, 通过隶属度刻划品种的抗旱性, 使人们对各品种的抗旱性有较明确的认识。在品种资源材料的分析中可选出抗旱级别分明的亲本; 在小麦品种的鉴别分析中可对被测定品种抗旱性提供一个明确的科学数据, 从而测定品种的适应范围。本文所得结果基本与田间观察相符。此外, 我们认为诸如产量, 适应性、抗逆性、早衰、转色等性状生物学方面的研究应用此方法, 只要选择得当也可获得较好的结果。如果当被鉴定的品种较多时, 可借助电子计算机、定能得出人们眼睛所不能得到的正确结果。

2. 前面谈到抗旱性是用隶属度来刻划的, 要求出隶属度首先要制定品种抗旱性的

各级指标。本文中抗旱性各级指标的确定是根据试验中 11 个品种(系)所调查各性状的级值进行分配。我们分配的原则是属于抗旱的各级之间(I、II、III)距离小些;抗旱性差,不抗旱(IV V)与抗旱之间的距离大些。根据我们的分析认识到级值之间进行平均分配是不合适的。抗旱性级别之间的距离大小应结合当地实际情况而定。另外,抗旱性各级指标的确定是试验分析的关键,指标不合理,结果也不会使人满意的。

3. 本文中 AOR 两个模糊矩阵复合运算对品种抗旱性综合评价的含义是: A 中五个数是株高、穗长、主穗粒数、千粒重、亩产量五个单项指标对总体抗旱性的权重大小; R 中第一列是株高、穗长、主穗粒数、千粒重、亩产量五个单项指标分别对于 I 级抗旱性的隶属度。在考虑总体 I 级抗旱性的隶属度时必然要考察各单项指标对 I 级抗旱性的隶属度和其在总体中的权重地位,这就是 A 中第一行与 R 中第一列复合运算的目的,对于 R 中其它各列的计算,含义是相同的。 AOR 的复合运算经过一番挑小取大的选择,综合考虑了品种对各级抗旱性的隶属度,从而得到了令人满意的结果。

4. 关于各项抗旱指标的选定是否合理?据我院气象站资料 1982 年 4~7 月的降水量仅为 166.8 毫米,比历年同期少近一倍,是我省历史上罕见的大旱年。试验小区在小麦整个生长季节不予灌水,在这样的自然条件下进行小麦品种的抗旱性鉴定是可行的。苏联学者认为干旱可分为三种类型:土壤型干旱、大气型干旱,混合型干旱。这三种类型 1982 年在我省均有不同程度的发生。土壤干旱发展较

缓慢植株有时能来得及对它适应。如果抗旱性好,的品种(系)株高、穗长、主穗粒数的分化一定能比抗旱性差的好。大气干旱拌随着干热风危害表现植株早枯、籽粒瘦秕,千粒重降低造成减产。介于在这种指导思想下选取了株高、穗长、主穗粒数、千粒重、亩产量五个性状作抗旱性好、坏的指标。我们认为在 1982 年发生特大干旱的情况下,选用这五个性状作抗旱性的指标是可行的。但在其他年份选用什么性状作抗旱指标是值得进一步研究的;并认为如今后的分析能加进生理指标及根系等来权衡小麦品种的抗旱性定能进一步提高抗旱性评定的准确性。

5. 在应用模糊综合评判分析小麦品种抗旱性时,选用的品种最好应是同一熟期。不同熟期的品种被选用的抗旱指标是不相同的。如在同一熟期的意义上说来品种的千粒重越高抗旱性越好是无疑的,但不同熟期品种的千粒重是不相同的,早熟品种的千粒重一般都要比中晚熟品种大,它们放在一起分析就不可能得出正确结果。

6. 模糊综合评判鉴定小麦品种的抗旱性是一种行之有效的方法,鉴定分析的结果应同田间观察结果结合起来,借以提高抗旱性评定的准确性。另外本试验仅是哈尔滨这个特定区域的鉴定结果,如果能将同一试验材料分别种植在几个有代表性的地点并将结果统一分析,那么这个分析结果就更有意义。

参考文献

1. 汪培庄《模糊数学简介》。