



模糊综合评判在马铃薯区域试验 结果分析中的应用

王 孟 孟

(甘肃省天水市农科所 741012)

1 前 言

在马铃薯区域试验中, 一般只对产量结果进行统计分析, 而其它性状如抗病性、经济性状等, 常采用直观分析或平均数法分析, 分析结果互相独立, 对参试品种优劣综合评价的准确性不高。而产量结果的方差统计分析, 常常因为试点间和年份间的差异太大, 误差均方往往不同质, 使得联合统计分析无法进行。本文意在运用模糊综合评判的 AHP 法(层次分析法), 对区域试验结果进行分析, 探讨在多年多点次马铃薯区域试验中, 对参试品种进行准确综合评价的方法。

2 模糊综合评判原理

由 P L Saaty 提出的 AHP 法(也叫层次分析法), 其分析原理分 7 步进行。

(1) 确定评价对象集: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$;

(2) 确定评价因素集: $U = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_m\}$;

(3) 确定评价评语集: $V = \{u_1, u_2, \dots, u_l\}$;

(4) 计算评判矩阵: $X \times U \rightarrow [0, 1], r_{ij} = R(x_i, u_j)$;

(5) 确定权重集: $\underline{A} = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$;

(6) 计算评价集: $B = \underline{A} \cdot \underline{R}$;

(7) 根据识别原则, 作出结论。

3 试验方法

3.1 实验设计

本文对甘肃省马铃薯区域试验天水市农科所中梁试点 1992~1994 年 3 年的试验结果进行分析。试验按统一方案执行, 随机区组设计, 重复 3 次。小区面积 6.67×3.0 米, 株行距 0.33×0.6 米, 每小区种 100 株。参试品种(包括对照) 12 个, 陇薯 1 号为统一对照, 当地主栽品种小白花为参考对照。

3.2 模糊综合评判分析方法

第一步, 评价对象集: $X = \{161-2, 163-127, 178-268, 35-129, \text{甘农 7 号}, 83-3-8, 83-5-9, 85-6-14, 8427-10, 88-14-5, \text{陇薯 1 号}, \text{小白花}\}$ 。

第二步, 评价因素集: $U = \{\text{产量, 抗病性, 经济性状, 产量构成素质, 其它主要性状}\}$ 。其中, 因素集又可分成各子因素, 如抗病性 $\mu_2 = \{\text{抗病毒退化, 抗晚疫病, 抗环腐病, 抗薯块腐烂}\}$; 经济性状 $\mu_3 = \{\text{薯块整齐度, 商品率, 淀粉含量}\}$; 产量构成素质 $\mu_4 = \{\text{单株产量, 单株结薯数, 平均薯重}\}$ 。其它主要性状 $\mu_5 = \{\text{植株长势评定, 生育天数, 食味}\}$ 。

第三步, 确定评价评语集: $V = \{\text{优良, 较好, 一般, 较差, 差}\}$ 。

第四步, 确定各因素的隶属函数, 列出模糊评价矩阵 R 。

结果与分析

4.1 产量

$$\text{选隶属函数 } \mu_x = \begin{cases} 0 & x < x_{\text{优}} \\ 1 - \frac{x_{\text{优}} - x}{x_{\text{优}} - x_{\text{差}}} & x_{\text{优}} \leq x \leq x_{\text{差}} \\ 1 & x > x_{\text{差}} \end{cases}$$

以当地主栽品种小白花的平均产量为标准 (如联合多点分析时应以统一对照陇薯1号为标准), 按增产20%、10%和减产10%、20%分别定出优良、较好、一般、较差、差级的上下限, 其评语等级与隶属函数的关系如表1。

表1 小区产量、评语等级与隶属函数值的关系

产量(公斤)	评语	函数值
$x \geq 40.31$	优良	$f = 1$
$36.95 \leq x < 40.31$	较好	$0.667 \leq f < 1$
$30.23 \leq x < 36.95$	一般	$0.333 \leq f < 0.667$
$26.87 \leq x < 30.23$	较差	$0 \leq f < 0.333$
$x < 26.87$	差	$f = 0$

统计每个参试品种在各级内出现的频率, 构成产量评判矩阵 (表2)。

4.2 抗病性

分四个子因素, 即抗病毒退化、抗环腐病、抗晚疫病和抗薯块腐烂。所以, 首先应进行各子因素的评判计算, 选隶属函数仍与产量相同, 以与对照小白花的增减率来确定各子因素的优劣等级, 计算频率, 分别列出

品种与子因素间的评判矩阵, 方法同于产量 (限于篇幅, 各子因素的评判矩阵略)。

表2 小区产量评判矩阵

品种	优良	较好	一般	较差	差
161-2	0.333	0.111	0.111	0.111	0.334
163-127	0.222	0.111	0.111	0.333	0.223
178-268	0.333	0.222	0.111	0.111	0.223
35-129	0	0	0.111	0.222	0.667
甘农7号	0	0.111	0	0.222	0.667
83-3-8	0.444	0.111	0.111	0.111	0.223
83-5-9	0.333	0	0.333	0	0.334
85-6-14	0.667	0	0.111	0	0.222
8427-10	0.444	0.111	0.333	0.112	0
88-14-5	0.556	0.222	0.222	0	0
陇薯1号	0	0.111	0.222	0.222	0.445
小白花	0.222	0	0.222	0.556	0

将各子因素的模糊评判矩阵, 组成对应品种的模糊变换矩阵。则161-2品种的抗病性模糊变换矩阵 $R_{161-2病}$ 为:

$$= \begin{matrix} \begin{matrix} \text{优良} & \text{较好} & \text{一般} & \text{较差} & \text{差} \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0.333 & 0.333 & 0.334 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.333 & 0 & 0.333 & 0 & 0.334 \end{bmatrix} \end{matrix} \cdot \begin{matrix} \text{抗病毒退化} \\ \text{抗晚疫病} \\ \text{抗环腐病} \\ \text{抗薯块腐烂} \end{matrix}$$

同理, 可得其它品种的抗病性模糊变换矩阵 (限于篇幅, 略)。

根据上述四种病害对我区马铃薯产量影响的大小, 我们确定权重系数 $A_{病} = \{\text{抗病毒退化 } 0.3, \text{抗晚疫病 } 0.3, \text{抗环腐病 } 0.2, \text{抗薯块腐烂 } 0.2\}$ 。

计算病害评判矩阵, 得到抗病性单因素评判矩阵。据 $B = R \cdot A$, 为使计算初不丢掉大量信息, 取“0”为 $M(\cdot, +)$ 算子。如:

$$\begin{aligned} B_{161-2病} &= R_{161-2病} \cdot A_{病} \\ &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0.333 & 0.333 & 0.334 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0.333 & 0 & 0.333 & 0 & 0.334 \end{bmatrix} \begin{matrix} (0.3, 0.3, 0.2, 0.2) \end{matrix} \\ &= (0.0666, 0, 0.1665, 0.0999, 0.667). \end{aligned}$$

同理, 求得其它品种抗病性评判矩阵, 列成抗病性评判矩阵。

表 3 抗病性评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	差
161-2	0.0666	0	0.1665	0.0999	0.667
163-127	0.2668	0.0999	0.0999	0	0.5334
178-268	0.2999	0	0.0999	0	0.6002
35-129	0.0666	0.0999	0.1998	0	0.6337
甘农 7 号	0.2	0.2001	0.3332	0.0666	0.2001
83-3-8	0.2668	0.0999	0.0666	0.3	0.2667
83-5-9	0.3334	0	0.2001	0.2001	0.2664
85-6-14	0.7	0.2001	0.0999	0	0
8427-10	0.5336	0.0999	0	0	0.3665
88-14-5	0.7999	0	0.0999	0	0.1002
陇薯 1 号	0.3334	0.0999	0.1998	0.0999	0.267
小白花	0.333	0	0.1665	0.2001	0.3004

4.3 经济性状

产量构成素质, 其它主要性状各有三个子因素, 如同抗病性一样, 首先确定各子因素的隶属函数及评语等级, 计算各级内出现的频率列出子因素评判矩阵, 然后根据 $M(\cdot, +)$ 算子求出经济性状、产量构成素质、其它主要性状的单因素评判矩阵。

本文计算时, 生育期长势评定、食味(蒸食口感)按试验统计定评语, 淀粉含量按 18%、17%、16%、15% 定为优劣级数, 其它各子因素均与对照小白花的增减率定优劣级评语。权重系数 $\underline{A}$ 集分别为, $\underline{A}_{整} = \{\text{薯块整齐度 } 0.3, \text{ 商品率 } 0.3, \text{ 淀粉含量 } 0.4\}$, $\underline{A}_{构} = \{\text{单株产量 } 0.4, \text{ 平均薯重 } 0.3, \text{ 单株结薯数 } 0.3\}$, $\underline{A}_{其它} = \{\text{长势评定 } 0.4, \text{ 食味 } 0.4, \text{ 生育天数 } 0.2\}$ 。

以上三因素的评判矩阵, 分别列表 4, 5, 6。

4.4 综合评判

将上述产量、抗病性、经济性状、产量构成素质、其它主要性状的单因素评判矩

阵, 重新组合成对应品种的评判矩阵 $\underline{R}_i$, 如 $\underline{R}_{161-2}$ 为:

$$\underline{R}_{161-2} = \begin{bmatrix} 0.333 & 0.111 & 0.111 & 0.111 & 0.334 \\ 0.0666 & 0 & 0.1665 & 0.0999 & 0.667 \\ 0.1332 & 0.4669 & 0.3999 & 0 & 0 \\ 0.2331 & 0 & 0.667 & 0 & 0.1002 \\ 0.2668 & 0.1998 & 0.4 & 0.0666 & 0.0668 \end{bmatrix} \begin{matrix} \text{产 量} \\ \text{抗病性} \\ \text{经济性状} \\ \text{产量构成素质} \\ \text{其它主要性状} \end{matrix}$$

同理, 可得其它品种的综合评判矩阵。

根据马铃薯生产中的情况, 我们确定权重系数集 $\underline{A} = \{\text{产量 } 0.4, \text{ 抗病性 } 0.2, \text{ 经济性状 } 0.2, \text{ 产量构成素质 } 0.1, \text{ 其它主要性状 } 0.1\}$ 。

计算综合评判矩阵 B , 据 $B = \underline{A} \cdot \underline{R}$, 取“0”为 $M(\wedge, \vee)$ 算子, 如 161-2 的综合评判矩阵 B_{161-2} 为:

$$B_{161-2} = (0.4, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1) \cdot \begin{bmatrix} 0.333 & 0.111 & 0.111 & 0.111 & 0.334 \\ 0.0666 & 0 & 0.1665 & 0.0999 & 0.667 \\ 0.1332 & 0.4669 & 0.3999 & 0 & 0 \\ 0.2331 & 0 & 0.6667 & 0 & 0.1002 \\ 0.2668 & 0.1998 & 0.4 & 0.0666 & 0.0668 \end{bmatrix} \\ = (0.333, 0.2, 0.2, 0.111, 0.334).$$

同理, 可求得其它品种的综合评判矩阵, 将各 B_i 归一化处理, 如 B_{161-2} 归一化处理后为:

$$B'_{161-2} = \left(\frac{0.333}{1.178}, \frac{0.2}{1.178}, \frac{0.2}{1.178}, \frac{0.111}{1.178}, \frac{0.334}{1.178} \right) \\ = (0.2827, 0.1698, 0.1698, 0.0942, 0.2835).$$

然后, 将每个品种的计算结果 B'_i , 列于表 7, 得参试品种综合评价评语表。

4.5 模糊综合评判结果分析

从表 7 的分析结果看, 品种 88-14-5 的综合性状基本属优良和较好级, 在差级和较差级的频率极低, 且 3 年平均亩产居第 2 位, 较参考对照小白花和统一对照陇薯 1 号分别增产 31.4% 和 54.0%, 属优良级品种。83-3-8 虽然 3 年平均产量居第 5 位,

表 4 经济性状评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	差
161-2	0.1332	0.4669	0.3999	0	0
163-127	0.0999	0.4002	0.0999	0.1332	0.2668
178-268	0	0.0999	0.5001	0	0.4
35-129	0	0.3	0.4332	0	0.2668
甘农 7 号	0	0.4669	0.4332	0.0999	0
83-3-8	0.0999	0.3	0.0999	0.5002	0
83-5-9	0	0.3	0.2331	0.2001	0.2668
85-6-14	0.0999	0.3	0.2331	0.2334	0.1336
8427-10	0	0.3333	0.4332	0.2335	0
88-14-5	0.1332	0.3667	0.5001	0	0
陇薯 1 号	0	0.1998	0.3	0.1002	0.4
小白花	0	0.2001	0.3	0.2331	0.2668

表 5 产量构成素质评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	差
161-2	0.2331	0	0.6667	0	0.1002
163-127	0.2331	0.3333	0.2001	0.1336	0.0999
178-268	0.1332	0.3333	0.3	0	0.2335
35-129	0.2001	0	0	0.0999	0.7
甘农 7 号	0	0.0999	0.4332	0.2331	0.2338
83-3-8	0.3333	0.2331	0	0.2335	0.2001
83-5-9	0.3333	0.1332	0.0999	0.0999	0.3337
85-6-14	0.4669	0.2001	0	0.1998	0.1332
8427-10	0.2668	0.3	0.4332	0	0
88-14-5	0.1332	0.4332	0.3334	0.1002	0
陇薯 1 号	0	0	0.667	0	0.3333
小白花	0.0999	0.2331	0.2331	0.3337	0.1002

表 6 其它主要性状评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	差
161-2	0.2668	0.1998	0.4	0.0666	0.0668
163-127	0.4666	0.2668	0.1998	0.0668	0
178-268	0.2668	0.1998	0.2664	0.2002	0.0668
35-129	0.2668	0.1334	0.5332	0.0666	0
甘农 7 号	0.3334	0.0666	0.4668	0	0.1332
83-3-8	0.1332	0.3334	0.4	0.0666	0.0668
83-5-9	0.1332	0.0666	0.6668	0.0666	0.0668
85-6-14	0.6668	0	0.1332	0.0666	0.1334
8427-10	0.4	0.1332	0.334	0.0666	0.0668
88-14-5	0.6668	0.0666	0.1332	0.0666	0.0668
陇薯 1 号	0.4666	0.1334	0.4	0	0
小白花	0.2668	0.4	0.1998	0.0666	0.0668

表 7 参试品种综合评判评语

品 种	优良	较好	一般	较差	差	评 语
161-2	0.2827	0.1698	0.1698	0.0942	0.2835	一 般
163-127	0.2039	0.1837	0.1019	0.3058	0.2047	较 差
178-268	0.3085	0.2038	0.1837	0.1019	0.2048	较 好
35-129	0.089	0.1783	0.1783	0.1979	0.3566	差
甘农 7 号	0.1637	0.1637	0.1637	0.1816	0.3273	差
83-3-8	0.3527	0.1764	0.0979	0.1764	0.1966	优 良
83-5-9	0.2379	0.1428	0.2379	0.1428	0.2385	一 般
85-6-14	0.3273	0.1637	0.1637	0.1637	0.1816	较 好
8427-10	0.3001	0.15	0.2499	0.15	0.15	较 好
88-14-5	0.3831	0.2126	0.2126	0.0958	0.0959	优 良
陇薯 1 号	0.1608	0.1606	0.1785	0.1785	0.3216	差
小 白 花	0.1785	0.1608	0.1785	0.3216	0.1608	较 差

分别较主副对照增产 23.7%和 5.5%，丰产性一般，但综合性状在优良和较好级内出现的频率高，属优良级的品种。85-6-14、8427-10、178-268 三品种，3 年平均产量居 1、3、4 位，较对照增产率高，丰产性好，但综合性状在优良级内占得比率较低，属较好级的品种。83-5-9、161-2 二品种，产量水平较参考对照小白花稍低，综合性状在各级内出现的频率较为均衡，属一般级品种。163-127 与小白花一样，在较差级内出现的频率高，属较差级的品种。

35-129、甘农 7 号与统一对照陇薯 1 号，综合性状评判结果，在差级和较差级内出现的频率高，属差级品种。

5 讨 论

应用模糊综合评判法统计分析区域试验结果，能够从综合性状上评价品种优劣，这是其它试验统计方法难以达到的。

本文在分析时，引用了一点多年的试验资料，但对多点多年区试结果的分析，模糊综合评判能克服因试点间、年份间差异太大的状况，综合评价品种在点次和年份间的综合表现。

模糊学在农业生产及试验统计中，已取得了很大的成绩。本文意在应用模糊综合评判法对区域试验结果进行分析，这样，能综合性状评价参试品种的优劣，对模糊学的应用起推动作用。

