

马铃薯栽培品种的配合力分析

— 采用模糊综合评判法综合评价组合

古 锋

宋伯符

(中国农科院蔬菜花卉所)

(国际马铃薯中心)

摘 要

本试验采用模糊综合评判法对配合力分析中的6个组合进行了综合评价。结果表明: 79-6-19×85T-13-8 和 85T-13-8×Radosa 为强优组合。

1 前 言

在配合力分析中, 评价组合的优劣, 需要对多方面性状进行综合评价, 任何单一性状突出的组合, 都不能称之为优。以单一性状优劣评价组合的方法, 常会顾此失彼, 或因不同性状表现不一致, 评定时不免掺杂主观的推断, 缺乏客观的依据。因此, 需要综合考虑组合各性状的表现, 给出一个综合评价的结果。

对此, 传统的综合评价方法一般采用顺位排名法^[1]和加权平均法^[2]。顺位排名法是根据各组合某一性状的表现排出名次, 然后将每组合各性状的名次相加, 按照总和值评价组合的优劣。

$$\text{即 } S = \sum_{i=1}^n S_i$$

加权平均法是根据统计学原理, 对各性状的统计指标采用分组定级方法。分组数与亲本数相等, 根据各性状对反应量成正或负

出等级; 反应量愈小愈好的性状由小到大排出等级。这种分级方法避免了上一种方法中两个数据接近而有不同名次的弊病。然后根据各个性状的重要性不同, 分别给予不同的权值, 按

$$S = \sum_{i=1}^n a_i \cdot S_i \quad (\sum_{i=1}^n a_i = 1)$$

计算各组合的综合评价结果, 其中 a_i 为各性状的权重值, S_i 为各组合在第 i 性状的等级数。目前多采用这种方法对组合进行综合评判。但是, 这种方法依然存在着一个不可避免的缺点, 其评价结果是单一的, 即评价结果是用一个数值来表示的。有时不够全面或准确。

模糊数学采用“隶属函数”的概念, 对于具有“模糊性”的事物, 即客观事物的中间过渡性不分明, 以教学的方法定量地加以研究, 以可能性代替了确定性, 突破了传统的集合论概念^[3, 4, 5]。

传统的综合评判方法或多或少地由于人为因素的参与使评判的结果与事物本身发生一定的偏离。近年来, 有人尝试采用模糊综

合评价事物。本文也试图采用模糊综合评判法来综合评价6个杂交组合的优劣。

2 供试材料和田间设计

2.1 供试材料

选用4个综合性状好的栽培品种或无性系。于1989年按Griffing方法(四)配制6个杂交组合。紫秆×85T-13-8, 紫秆×79-6-19, 紫秆×Radosa, 79-6-19×85T-13-8, 79-6-19×Radosa, 85T-13-8×Radosa。

2.2 田间试验

1990年4月27日在25℃恒温条件下对种子进行催芽处理。5月2日将种子点播于阳畦内进行育苗。6月17日将实生苗足植于网棚内。田间完全随机区组设计, 3次重复, 3行区, 株行距为35×45cm, 小区定植30株, 正常田间管理, 9月28日收获。

收获时, 每株留一个大小相近的块茎做为下年无性一代的种植材料。

1991年3月下旬播种, 田间完全随机区组设计, 3次重复, 双行区, 株行距为33×50cm, 小区定植30株。正常田间管理, 7月上旬收获。

3 分析方法

3.1 评判因素集和评价结果集的确定

人们不仅对马铃薯的育种目标(抗病、高产、优质)引以足够的重视, 同时薯形、芽眼等外观表现也日趋受到人们的重视。因此, 选择抗病性、丰产性、品质、外观表现4个性状做为评价因素。其中丰产性包括单株块茎重、单株非商品薯个数、单株非商品薯重、单株商品薯个数和单株商品薯重5个性状。根据一般评价组合的习惯用法划分评价结果为

一般, 4级为较差, 5级为劣。

评价因素集 $U = (T, P, J, Q)$,

评价结果集 $V = (\text{优良, 较好, 一般, 较差, 劣})$ 。

3.2 建立各个评价因素的隶属函数

3.2.1 抗病性(T)

对于供试组合的抗病性, 考虑各种病毒病以及真菌病和细菌病, 采用田间综合病情指数。病情指数高, 该单株的抗病性就差, 隶属函数为:

$$MT(X) = 1 - 5X_i (X_i = 1, 2, 3, 4, 5) \cdots (1)$$

3.2.2 丰产性(P)

近年来, 人们对品种的商品率越来越重视, 因此单株非商品薯的个数及重量越少越好。确定此二者的隶属函数为:

$$X(\mu) = 1 - \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdots \cdots (2)$$

其中, X_i 为单株该性状的表观型值, $X_{\min}$ 为该性状的最小值, $X_{\max}$ 为该性状的最大值。

单株块茎重、单株商品薯重、单株商品薯个数越多越好, 隶属函数为:

$$X(\mu) = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdots \cdots (3)$$

3.2.3 品质(J)

用比重性状, 比重越高, 说明干物质和淀粉含量越高, 品质性状越好, 隶属函数为:

$$X(\mu) = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdots \cdots (4)$$

3.2.4 薯块外观表现(Q)

以薯形匀称、芽眼浅为优, 隶属函数为:

$$X(\mu) = \frac{1}{9X_i} (X_i = 9, 7, 5, 3, 1) \cdots (5)$$

3.3 评判标准的确立

根据上述隶属函数, 确定抗病性、丰产性、品质和外观表现的评判标准, 列表 1。

3.4 权重系数

根据育种目标以及专家的育种经验, 列

出权重系数为抗病 0.4, 丰产因素 0.4, 品质 0.1, 外观表现 0.1。其中丰产性中, 单株块茎重为 0.2, 单株非商品薯数为 0.1, 单株非商品薯重为 0.1, 单株商品薯数为 0.3, 单株商品薯重为 0.3。

表 1 供试组合的评定标准

因 素	级 别				
	优良 (1 级)	较好 (2 级)	一般 (3 级)	较差 (4 级)	劣 (5 级)
抗病性	1	2	3	4	5
丰产因素	≥ 0.8	0.799 ~ 0.600	0.599 ~ 0.400	0.399 ~ 0.200	< 0.200
品质	≥ 0.800	0.799 ~ 0.600	0.599 ~ 0.400	0.399 ~ 0.200	< 0.200
外观表现	9	7	5	3	1

权重系数矩阵 $M = (0.4, 0.08, 0.04, 0.04, 0.12, 0.12, 0.1, 0.1)$ 。

参照吴万铎的方法计算单因素评判矩阵和模糊映射。

4.1 单因素评判矩阵的建立

4.1.1 抗病性

根据隶属函数 (1) 和表 1, 计算出各组合抗病性的单因素评判矩阵 (表 2)。

4.1.2 丰产性

根据隶属函数 (2) 和表 1 分别列出各组

4 结果与分析

表 2 抗病性的单因素评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 $\times$ 79-6-19	0.6761	0.1690	0.09859	0.04225	0.01408
紫秆 $\times$ 85T-13-8	0.5616	0.1918	0.1096	0.09589	0.04109
紫秆 $\times$ Radosa	0.6800	0.05333	0.1333	0.09333	0.04000
79-6-19 $\times$ 85T-13-8	0.7359	0.1132	0.05660	0.09433	0
79-6-19 $\times$ Radosa	0.6842	0.1184	0.1711	0.01316	0.01316
85T-13-8 $\times$ Radosa	0.6957	0.02899	0.1594	0.04348	0.07246

表 3 单株非商品薯数的单因素评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 $\times$ 79-6-19	0.2113	0.3803	0.1831	0.1127	0.1126
紫秆 $\times$ 85T-13-8	0.1507	0.3014	0.2466	0.1233	0.1780
紫秆 $\times$ Radosa	0.1467	0.3867	0.1867	0.1733	0.1067
79-6-19 $\times$ 85T-13-8	0.1698	0.3962	0.2453	0.1132	0.0755
79-6-19 $\times$ Radosa	0.1316	0.3421	0.3026	0.1053	0.1184
85T-13-8 $\times$ Radosa	0.1449	0.3188	0.2174	0.2174	0.1015

合单株非商品薯数和单株非商品薯重的单因素评判矩阵(表3)。根据隶属函数(3)和表1, 分别列出单株块茎重、单株商品薯重和单株商品薯数的单因素评判矩阵(表4, 5, 6, 7)。

表4 单株非商品薯重的单因素评判矩阵

品种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.3380	0.4085	0.1549	0.05634	0.04225
紫秆 × 85T-13-8	0.3288	0.3425	0.137	0.06849	0.1233
紫秆 × Radosa	0.2667	0.3867	0.163	0.08	0.1067
79-6-19 × 85T-13-8	0.2642	0.2453	0.3019	0.1321	0.5066
79-6-19 × Radosa	0.25	0.3684	0.1711	0.1184	0.09211
85T-13-8 × Radosa	0.2029	0.3333	0.2174	0.08696	0.1594

表5 单株块茎重的单因素评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.07042	0.02817	0.09859	0.2254	0.5775
紫秆 × 85T-13-8	0.06849	0.06849	0.1644	0.1781	0.5205
紫秆 × Radosa	0.01333	0.06667	0.1333	0.24	0.5467
79-6-19 × 85T-13-8	0.07547	0.1509	0.1698	0.4340	0.1698
79-6-19 × Radosa	0.02632	0.05263	0.1579	0.3158	0.4474
85T-13-8 × Radosa	0.1449	0.05797	0.2464	0.4058	0.1449

表6 单株商品薯数的单因素评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.04225	0.02817	0.1268	0.1690	0.6338
紫秆 × 85T-13-8	0.06849	0.06849	0.1096	0.06848	0.6848
紫秆 × Radosa	0	0.02667	0.09333	0.28	0.6
79-6-19 × 85T-13-8	0	0.1698	0.2642	0.1321	0.4340
79-6-19 × Radosa	0.01316	0.06579	0.07895	0.2500	0.5921
85T-13-8 × Radosa	0.1739	0.08696	0.2029	0.2609	0.2754

表7 单株商品薯重的单因素评判矩阵

品 种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.05634	0.05634	0.08451	0.2113	0.5915
紫秆 × 85T-13-8	0.05479	0.1233	0.06849	0.05479	0.6986
紫秆 × Radosa	0.02667	0.04	0.05333	0.28	0.6
79-6-19 × 85T-13-8	0.1698	0.07547	0.2453	0.07547	0.4340
79-6-19 × Radosa	0.02632	0.07895	0.1184	0.1974	0.5789
85T-13-8 × Radosa	0.1159	0.1739	0.2174	0.2174	0.3043

4.1.3 品质

根据隶属函数(4)和表1, 列出品质的单因素评判矩阵(表8)。

4.1.4 外观表现

根据隶属函数(5)和表1, 列出各组合的外观表现的单因素评判矩阵(表9)。

表8 品质的单因素评判矩阵

品种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.2273	0.4848	0.2879	0	0.5915
紫秆 × 85T-13-8	0.05965	0.1493	0.5970	0.1045	0.08955
紫秆 × Radosa	0.08219	0.2602	0.3836	0.1918	0.08219
79-6-19 × 85T-13-8	0	0.2885	0.5	0.1731	0.03846
79-6-19 × Radosa	0.04167	0.375	0.4028	0.1111	0.06944
85T-13-8 × Radosa	0.05802	0.2609	0.5217	0.1159	0.04348

表9 外观表现的单因素评判矩阵

品种	优良	较好	一般	较差	劣
紫秆 × 79-6-19	0.0222	0.1556	0.2222	0.3111	0.2889
紫秆 × 85T-13-8	0.1232	0.2877	0.2603	0.1507	0.1781
紫秆 × Radosa	0.06667	0.2667	0.2533	0.733	0.2400
79-6-19 × 85T-13-8	0.1321	0.2264	0.2075	0.2830	0.1509
79-6-19 × Radosa	0.03947	0.25	0.3947	0.1974	0.1184
85T-13-8 × Radosa	0	0.1594	0.3188	0.2464	0.2754

4.2 对供试组合的综合评判

通过对供试6组合的抗病性、丰产性、品质、外观表现的能力, 综合评价其用于常规杂交育种和实生种子育种的价值, 根据单因素评判矩阵, 组成各组合的综合评价矩阵。

R 紫秆 × 79-6-19:

0.6761	0.1690	0.09859	0.4225	0.01408
0.2113	0.3830	0.1831	0.1127	0.1126
0.3380	0.4085	0.1549	0.05634	0.04225
0.07042	0.02817	0.09859	0.24254	0.5775
0.4225	0.02817	0.1268	0.1619	0.6338
0.05634	0.05634	0.08451	0.2113	0.5915
0.2273	0.4848	0.2879	0	0
0.0222	0.1556	0.2222	0.3111	0.2889

R 紫秆 × 85T-13-8:

0.5616	0.1918	0.1096	0.09589	0.04109
0.1507	0.3014	0.2466	0.1233	0.1780
0.3288	0.3425	0.137	0.6849	0.1233
0.06849	0.06849	0.1644	0.1781	0.5205
0.06849	0.06849	0.1096	0.06849	0.6849
0.05479	0.1233	0.06849	0.05479	0.06985
0.05165	0.1494	0.5970	0.1045	0.08955
0.1232	0.2877	0.2603	0.1507	0.1781

R 紫秆 × Radosa:

0.6800	0.05333	0.1333	0.09333	0.04
0.1467	0.3867	0.1867	0.1733	0.1067
0.2667	0.3867	0.16	0.08	0.1067
0.01333	0.06667	0.1333	0.24	0.5467
0	0.2667	0.09333	0.28	0.6
0.02667	0.04	0.05333	0.28	0.6
0.8219	0.2602	0.3836	0.1918	0.08219
0.06667	0.2667	0.2536	0.1733	0.2400

R79-6-19×85T-13-8:

0.7359	0.1132	0.0566	0.09433	0
0.1698	0.3962	0.2453	0.1132	0.0755
0.2642	0.2453	0.3019	0.1321	0.0566
0.07547	0.1509	0.1698	0.434	0.1698
0	0.1698	0.2642	0.1321	0.434
0.1698	0.7547	0.2453	0.07547	0.434
0	0.2885	0.5	0.1731	0.03846
0.1321	0.2264	0.2075	0.2830	0.1509

R79-6-19×Radosa:

0.6842	0.1184	0.1711	0.01316	0.01316
0.1316	0.3421	0.3026	0.1053	0.1184
0.25	0.3684	0.1711	0.1184	0.09211
0.02632	0.05263	0.1579	0.3158	0.4474
0.01316	0.06579	0.07895	0.25	0.5921
0.02632	0.7895	0.1184	0.1974	0.5789
0.04167	0.375	0.4028	0.1111	0.06944
0.03947	0.25	0.3947	0.1974	0.1184

R85T-13-8×Radosa:

0.6957	0.02899	0.1594	0.04348	0.07243
0.1449	0.3188	0.2174	0.2173	0.1015
0.2029	0.3333	0.2174	0.08696	0.1594
0.1449	0.05797	0.2464	0.4058	0.1449
0.1739	0.08696	0.2029	0.2609	0.2754
0.1884	0.1159	0.1739	0.2174	0.3043
0.05802	0.2609	0.5217	0.1159	0.04348
0	0.1594	0.3188	0.2464	0.2754

根据以上各组合的综合评判矩阵和权重矩阵 M, 可得出 $U \rightarrow V$ 的模糊影射综合评判。根据 $V=M \cdot R$ 可得出:

V 紫秆 $\times$ 79-6-19=(0.3405, 0.1897, 0.1408, 0.1139, 0.2154);

V 紫秆 $\times$ 85T-13-8=(0.2857, 0.1840, 0.1827, 0.9840, 0.2492);

V 79-6-19 $\times$ 85T-13-8=(0.3551, 0.1737, 0.1909, 0.14, 0.1382);

V 79-6-19 $\times$ Radosa=(0.3086, 0.1762, 0.204, 0.1630, 0.1482);

V 85T-13-8 $\times$ Radosa=(0.3531, 0.1191, 0.2290, 0.1481, 0.1507)。

以上评判结果已经是归一化的。表 10 列出了供试 6 组合的综合评判结果和综合入选率。

由以上模糊综合评判的结果可见, 79-6-19 $\times$ 85T-13-8 和 85T-13-8 $\times$ Radosa 为强优组合, 其组合中优良成分分别为 0.3551 和 0.3531, 从二者的综合入选百分率也可以看出, 二者差别不大, 分别为 24.2% 和 24.6%。85T-13-8 $\times$ Radosa 组合中, 单株产量和单株商品产量高的单株明显高于 79-6-19 $\times$ 85T-13-8, 但其杂交后代芽眼较深, 薯形不均匀, 而且有些品系芽眉突出, 因此, 其外观综合表现较差。实际入选率有所下降。组合 79-6-19 $\times$ 85T-13-8 的后代品系中多为薯形均匀、浅芽眼的个体, 且该组

表 10 供试 6 组合的模糊综合评判结果和综合入选率

品种	优良	较好	一般	较差	劣	综合入选率
紫秆 $\times$ 79-6-19	0.3405	0.1897	0.1406	0.1139	0.2154	20.6
紫秆 $\times$ 85T-13-8	0.2857	0.1840	0.1827	0.09840	0.02492	13.3
紫秆 $\times$ Radosa	0.313	0.1311	0.1613	0.1677	0.2269	18.3
79-6-19 $\times$ 85T-13-8	0.3551	0.1737	0.1909	0.14	0.1382	24.2
79-6-19 $\times$ Radosa	0.3086	0.1762	0.204	0.163	0.1482	17.1
85T-13-8 $\times$ Radosa	0.3531	0.1191	0.229	0.1481	0.1507	24.6

合田间发病率低。紫秆×79-6-19组合中,由于高淀粉材料较多,后代品系中非商品薯的个数和重量都少,因此其入选率明显上升。

此外,所有6组合中较差和劣的成分都占到30%左右,象这样的组合是不适于实生种子应用的。因为实生种子育种不要求一组合中所有个体均表现优良,但是要求绝大多数后代应表现较好且整齐一致。

以上可以看出,采用模糊综合评价的方法综合评价组合,可以避免用单一性状评价时所造成的不确定性。同时,可以全面地评价出组合各方面的表现。

5 讨 论

采用模糊综合评价的方法,综合评价组合的优劣仅为一种尝试。该方法对于不同的育种目标,可以适当修改权重值以及增加相应的评价因素,如选育早熟品种时,成熟期就应成为一个重要的评价因素。采用该方法会

加大计算的工作量,但模糊数学一开始就是与计算机科学紧密联系的,本文采用BASIC语言编写了模糊综合评价的程序,由于篇幅所限,在此不再详述。

将各因素建立隶属函数,构成模糊综合指标,其合理性还有待于从生物学的角度去认识和理解,方法本身也有待于进一步完善。

参 考 文 献

- 1 李德纯,李景华.普通栽培种与新型栽培种配合力的研究.东北农学院学报,1982,3
- 2 冯启焕等.用多性状多统计指标的综合分析评价甘薯亲本和组合的方法.中国甘薯,1990,116~119
- 3 楼世博等.模糊数学,1983,27~31
- 4 贺仲雄.模糊数学及其应用,1983,46~47
- 5 陈贻源.模糊数学,1984,4~8
- 6 于世选等.利用模糊综合评判确定春小麦杂种优势的级别.黑龙江农业科学,1989,2:18~20

ANALYSIS OF COMBINING ABILITY FOR POTATOES — — COMPREHENSIVE EVALUATION OF CROSSES BY USING THE METHOD OF FUZZY MATHEMATICS

Gu Feng

(Vegetable and Flower Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences)

Song Bofu

(The International Potato Center Liaison Office)

ABSTRACT

The comprehensive evaluation was made to six crosses by using the method of fuzzy mathematics. The results indicated that 79-6-19×85T-13-8 and 85T-13-8×Radosa were