

早春黄瓜杂种的多因素综合评判^{*}

吉中礼¹ 孟焕文² 崔鸿文² 董亚静²

(1 西北农业大学基础科学系, 2 园艺系, 陕西杨陵 712100)

摘要 运用模糊集方法, 对19个早春黄瓜杂种进行了多因素综合评判, 通过多因素隶属函数和综合评判指数, 把试验数据和经数量化的专家经验结合起来, 并注入数值计算中, 保留了较多的信息, 克服了单因素评判的片面性, 为黄瓜育种材料的准确取舍提供了科学数量依据。综合评判结果与黄瓜育种常规筛选是符合的。

关键词 黄瓜, 综合评判, 模糊集

中图分类号 S642.203.2

在以往的蔬菜育种中, 对性状的鉴定多是分别进行的^[1], 其结果有一定的主观性。用模糊集方法, 对育种材料进行综合评价, 较好地克服了这一弊端。本研究在以往育种经验^[2,3]及全国黄瓜育种协作组规定的记载标准的基础上, 建立多因素隶属函数和综合评判指数, 较客观地综合评判黄瓜育种材料, 为育种材料准确取舍提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

以中农5号(CK₁)和长春密刺(CK₂)作对照, 西北农业大学黄瓜课题组的19个黄瓜杂种一代为参试材料。田间代号分别为1~15, 17~20号。

1.2 田间设计

试验于1995年2~6月在西北农业大学蔬菜试验站塑料大棚内进行。2月13日播种, 3月19日定植。随机区组排列, 3次重复, 双行定植, 株行距55 cm×13 cm, 每小区30株, 面积4.4 m²。

1.3 观察项目及其编号与记载标准

小区总产量(1); 开始采收至清园, 小区的累计产量(kg); 第1雌花节位(2); 包括子叶在内第1雌花着生节数; 营养生长期(3); 播种至50%植株雌花开放所需天数(d); 瓜长(4); 腰瓜期的瓜条长度(cm); 肉厚(5); 瓜条中部肉厚(cm); 风味(6); 品尝打分, 5级分, 分5个等级; 瓜把比(7); 腰瓜期瓜把长与瓜条总长之比; 霜霉病情指数(8); 按全国黄瓜协作组的标准记载; 枯萎病发病率(9); 6月1日前累计枯死株百分率。

2 结果与分析

2.1 多因素综合评判集的确定

评判对象是19个黄瓜杂种。评价因素选总产量(X₁)、生育期(X₂)、抗霜霉病性(X₃)、

收稿日期: 1995-07-17

* 国家“八五”攻关项目

抗枯萎病性(X_1)、商品性(X_3)。评价因素集为

$$X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\}$$

根据全国黄瓜育种专家的经验 and 习惯评语,将评判等级分为优种(Y_1)、良种(Y_2)、劣种(Y_3)。评判等级集为:

$$Y = \{Y_1, Y_2, Y_3\}$$

2.2 因素集隶属函数及评判标准

2.2.1 因素集隶属函数的设计^[4]

总产量(X_1)的隶属函数 以对照材料 CK_1 和 CK_2 的平均产量 a ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$) 为基础,比对照产量高15%的 a_1 为优种集的下限,低15%的 a_2 为劣种集的上限,良种集的域值为 $a_2 \sim a_1$ 。经模糊统计试验,总产量(X_1)的隶属函数为

$$\mu(X_1) = \begin{cases} 1 & X_1 \geq a_1, \\ (X_1 - a_2)/(a_1 - a_2) & a_1 > X_1 > a_2, \\ 0 & a_2 \geq X_1. \end{cases} \quad (1)$$

生育期(X_2)的隶属函数 主要生育期选第1雌花节位和群体雌花开放期。其隶属函数为

$$\mu(X_2) = 1 - [(X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min})] \quad (2)$$

式中, X_i 为试材的实测数据; $X_{\min}$ 为实测数据最小值; $X_{\max}$ 为最大值。

抗病性 选霜霉病(X_3)和枯萎病(X_4)代表黄瓜杂种的抗病性,其隶属函数为

$$\mu(X_3, X_4) = 1 - X_i(X_i) \quad (3)$$

式中, X_3 和 X_4 为发病率。

商品性(X_5)的隶属函数 黄瓜的商品性状,外观要条长均匀,嫩,瓜把较短;从食用看,瓜条肉较厚,口感清香,无苦、麻、涩等味。商品性选单瓜长、瓜把比、肉厚和瓜条风味。单瓜长和肉厚的隶属函数设计为

$$\mu(X) = \begin{cases} 1 & X \geq a_1, \\ 1 - [(a_1 - X)/(a_1 - a_2)] & a_1 > X > a_2, \\ 0 & a_2 \geq X. \end{cases} \quad (4)$$

瓜把比的隶属函数为

$$\mu(X) = \begin{cases} 0 & X \geq a_1, \\ (a_1 - X)/(a_1 - a_2) & a_1 > X > a_2, \\ 1 & a_2 \geq X. \end{cases} \quad (5)$$

瓜条风味的隶属函数为

$$\mu(X) = (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad (6)$$

式中符号意义同(2)式。

2.2.2 黄瓜杂种等级评判标准

据专家经验和各因素的函数值,等级标准如表1。

2.2.3 因素的权重系数

根据影响黄瓜杂种的主要因素和全国黄瓜协作组评判黄瓜的经验,权重系数矩阵为

$$A = [0.4, 0.2, 0.15, 0.15, 0.1]$$

2.3 单因素评判矩阵及评判结果

表1 黄瓜杂种优劣评判标准

评判因素	优种 (Y_1)	良种 (Y_2)	劣种 (Y_3)
总产量(X_1)	≥ 0.90	0.50~0.89	< 0.50
生育期(X_2)	≥ 0.75	0.50~0.74	< 0.50
抗霜霉病(X_3)	≥ 0.70	0.40~0.69	< 0.40
抗枯萎病(X_4)	≥ 0.95	0.80~0.94	< 0.80
商品性(X_5)	≥ 0.75	0.40~0.74	< 0.40

总产量(X_1)模糊评判矩阵。用(1)式计算各小区总产量的隶属函数值,并据表1分级,统计出各试材的各等级频率,即为 X_1 对 Y_i 的隶属度。总产量(X_1)的模糊评判矩阵(表2)和评判结果是:优种有3,12,14,15,19和23号(CK_2);劣种有1,4,7,8,11,20和22号(CK_1)。

生育期(X_2)模糊评判矩阵。用(2)式分别计算第1雌花节位数和群体雌花开放期的隶属函数值。同理,建立 X_2 的模糊评判矩阵(表2 X_2 行)。评判结果是:优种有2,3,6,8和13号;劣种有1,4,7,11,15,18,22(CK_1)和23(CK_2)号。

用(3)式作抗病性的模糊评判矩阵(表2 X_3 和 X_4 行)。评判结果:抗霜霉病的无优种;劣种有17号和23(CK_2)。抗枯萎病的优种有1~10,14,15,18,19和23(CK_2)号等16个杂种;劣种只有22(CK_1)。

同理,用(4)至(6)式分别计算单瓜长、肉厚、瓜把比和瓜条风味的隶属函数值,建立商品性模糊评判矩阵(表2 X_5 行)。评判结果:优种有6,8,11和19号;劣种有1和10号。

从单因素评判结果看,没有1个杂种各因素都优,要评出优种必然带有片面性。多因素综合评判,可以减少片面性。

表2 黄瓜杂种5因素矩阵及单因素评价

杂种代号	优 (Y_1)	良 (Y_2)	劣 (Y_3)	评价	杂种代号	优 (Y_1)	良 (Y_2)	劣 (Y_3)	评价
1	0.3333	0	0.6667	X_1 劣	2	0.3333	0.3333	0.3333	X_1 0
	0.1667	0.4056	0.4167	X_2 劣		0.5334	0.2167	0.2500	X_2 优
	0	1	0	X_3 良		0	1	0	X_3 良
	1	0	0	X_4 优		1	0	0	X_4 优
	0.1500	0.3500	0.5000	X_5 劣		0.1000	0.6500	0.2500	X_5 良
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
22 (CK_1)	0	0	1	X_1 劣	23	0.6667	0	0.3333	X_1 优
	0.2500	0.3750	0.3750	X_2 良		0.3917	0.1917	0.4167	X_2 劣
	0	1	0	X_3 良		0	0.3333	0.6667	X_3 劣
	0.1667	0.3333	0.5000	X_4 劣		1	0	0	X_4 优
	0.3500	0.6000	0.0500	X_5 良		0.2000	0.7000	0.1000	X_5 良

2.4 多因素综合评判矩阵及评判结果

用权重系数 A 矩阵和各试材的 R 矩阵,进行合成运算,即

$$B = A \cdot R$$

经归一化,建立综合评判矩阵 B . 例如

$$B_1 = A \circ R_1 = [0.4, 0.2, 0.15, 0.15, 0.1] \circ \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 & Y_3 \\ 0.3333 & 0 & 0.6667 \\ 0.1667 & 0.4056 & 0.4167 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0.35 & 0.50 \end{bmatrix} \begin{matrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \\ X_5 \end{matrix}$$

$$= [0.15, 0.15, 0.2667]$$

归一化,1号试材的综合评判矩阵 B_1 为

$$B_1 = [0.2647 \quad 0.2647 \quad 0.4706]$$

类似,建立 $B_2 \sim B_{15}, B_{17} \sim B_{20}, B_{22}$ 和 B_{23} 的多因素综合评判矩阵和综合评判结果(表3)。

表3 黄瓜杂种综合评判矩阵及评判结果

杂种代号	优 (Y_1)	良 (Y_2)	劣 (Y_3)	评判结果	杂种代号	优 (Y_1)	良 (Y_2)	劣 (Y_3)	评判结果
1	$B_1 = [0.2647$	0.2647	0.4706]	劣	12	$B_{12} = [0.4849$	0.2727	0.2424]	优
2	$B_2 = [0.3426$	0.3426	0.3076]	良	13	$B_{13} = [0.1603$	0.2290	0.6107]	劣
3	$B_3 = [0.7273$	0.1818	0.0909]	优	14	$B_{14} = [0.5334$	0.2000	0.2666]	优
4	$B_4 = [0.2903$	0.1933	0.5162]	劣	15	$B_{15} = [0.6997$	0.1744	0.1279]	优
5	$B_5 = [0.2727$	0.4849	0.2424]	良	17	$B_{17} = [0.0842$	0.2180	0.6997]	劣
6	$B_6 = [0.2962$	0.5927	0.1111]	良	18	$B_{18} = [0.2848$	0.5064	0.2088]	良
7	$B_7 = [0.2666$	0.2000	0.5334]	劣	19	$B_{19} = [0.7143$	0.1786	0.1071]	优
8	$B_8 = [0.2647$	0.2647	0.4706]	劣	20	$B_{20} = [0.1304$	0.1739	0.6957]	劣
9	$B_9 = [0.3462$	0.3462	0.3076]	优或良	22	$B_{22} = [0.0833$	0.2500	0.6667]	劣
10	$B_{10} = [0.1667$	0.1667	0.6667]	劣	23	$B_{23} = [0.5668$	0.1492	0.2840]	优
11	$B_{11} = [0.2424$	0.2727	0.4849]	劣					

2.5 黄瓜杂种的综合评判指数及排序

将评语集优、良、劣数值化,建立向量 G ,

即

$$G = (100, 66.7, 33.4)$$

并以 $\sum_{i=1}^3 (G \cdot B_i^T)$ 计算各试材的综合评判指数 D , 以 $D_{\max}$ 为最优。19个参试材料中, 综合评判指数 D 值大于 CK_2 的有3, 19和15号, 分别增加15.46%, 14.19%和12.81%; 比 CK_1 分别增加85.93%, 86.92%和85.87%。 D 值为 CK_2 的-34%以下的杂种有10, 17, 20号(表4), 建议停止试验。17号的 D 值低于 CK_1 和 CK_2 , 应淘汰。

CK_1 的综合评判指数太小, 不宜作对照, 建议更换。早春黄瓜杂种排序如表4。

3 讨 论

多因素模糊综合评判, 通过隶属函数将试验记载的客观数据和评判品种优劣的经验(经数量化)注入到数值计算中, 使二者结合起来, 保留了较多的信息。另外, 隶属度反映了品种属于某等级的量化程度, 同时反映了品种等级之间差异的量值, 为品种的选择提供较可靠的依据。

表4 黄瓜杂种综合评判指数(D)值

杂种代号	D 值	比对照增减(%)		名次	杂种代号	D 值	比对照增减(%)		名次
		CK ₁	CK ₂				CK ₁	CK ₂	
1	59.84	26.59	-21.39	12	12	74.78	58.20	-1.76	6
2	67.39	42.56	-11.47	11	13	51.70	9.37	-32.08	16
3	87.89	85.93	15.46	1	14	75.58	59.89	-0.71	5
4	59.16	25.15	-22.28	13	15	85.87	81.66	12.81	3
5	69.71	47.47	-8.42	8	17	46.33	-1.99	-39.14	20
6	72.86	54.14	-4.28	7	18	69.23	46.46	-9.05	9
7	57.82	22.32	-24.04	14	19	86.92	83.88	14.19	2
8	59.84	26.59	-21.39	12	20	47.88	1.29	-37.10	18
9	67.99	43.83	-10.68	10	22	47.27	0	-37.90	19
					(CK ₁)				
10	50.06	5.90	-34.24	17	23	76.12	61.03	0	4
					(CK ₂)				
11	58.62	24.01	-22.99	14					

多因素模糊综合评判方法,应用于黄瓜品种评判所设计的隶属函数,须从实际效果中进行检验,并不断修改,使之日臻完善,更好反映黄瓜品种的客观实际。

综合评判指数 D , 为育种材料取舍提供了数量依据, 是一个较好的指数。

参 考 文 献

- 1 邱正明. 黄瓜早熟品种比较试验. 长江蔬菜, 1995(1): 32
- 2 崔鸿文, 王飞, 王学芳等. 黄瓜早熟品种中数量性状间相关遗传及分析. 西北农业学报, 1993, 2(2): 13~19
- 3 王玉怀. 黄瓜主要农艺性状与产量的通径分析. 东北农学院学报, 1985(1): 54~58
- 4 曹鸿兴, 陈国范编著. 模糊集方法及其在气象中的应用. 北京: 气象出版社, 1988, 158~172

Synthetic Judgement on Manifold Factors of Cucumber Hybrids in Early Spring

Ji Zhongli¹ Meng Huanwen² Cui Hongwen² Dong Yajing²

(1 Department of Basic Science, 2 Department of Horticulture,
Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi, 712100)

Abstract With the method of fuzzy sets, this paper has made a synthetic judgement on the manifold factors of 19 cucumber hybrids in early spring. With the subordinate functions on manifold factors and indexes of synthetic judgement, the experimental data and quantitated expert experiences are combined together and put into the fuzzy matrix calculus, which retained much more information and overcome the unilateralance of judgement on single factor, thus provides scientific and quantitative basis for right selection of cucumber breeding materials. The results of synthetic judgement are in agreement with that of the routine selection on the cucumber breeding.

Key words cucumber, synthetic judgement, fuzzy set