

文章编号:1005-0906(2003)02-0096-03

模糊数学在超甜玉米食用品质综合评价上的应用

乐素菊,王小明,张 璧

(仲恺农业技术学院农学系,广东 广州 510225)

摘 要:以 3 个超甜玉米品种的不同采收期为评价单元,通过选用合适的隶属函数对评价因素进行描述以及赋予评价因素适当的权重,对超甜玉米食用品质进行了模糊综合评价。结果表明,综合评价指数不仅体现品种之间食用品质的优劣程度,也直接反映不同采收期之间食用品质的优劣次序。利用这一方法对超甜玉米食用品质进行评价是可行的。

关键词:超甜玉米;食用品质评价;模糊数学

中图分类号:S513.6

文献标识码:A

Application of Fuzzy Mathematics to Taste Quality

Evaluation of Super Sweet Corn

YUE Su-ju, WANG Xiao-ming, ZHANG Bi

(Dept. of Agronomy, Zhongkai Agrotechnical College, Guangzhou 510225, China)

Abstract: The evaluation unit was determined by different harvest time of the three varieties of super sweet corn. When the evaluation factors were described by subordinate function and the weights of the evaluation factors were given, the fuzzy comprehensive evaluation was applied to taste quality of super sweet corn. The result showed that the comprehensive evaluation index was not only showing the good and bad of taste quality of different varieties, but also directly reflecting the responding grade of taste quality of different harvest time. It is feasible to evaluate the taste quality of super sweet corn by applying fuzzy mathematics.

Key words: Super-sweet corn; Taste quality evaluation; Fuzzy mathematics

超甜玉米与普通玉米相比,具有甜、爽、脆、香等特点,因而受到消费者的喜爱。近几年来,广东省超甜玉米发展迅速,从而有效地促进了农村经济的发展,但也存在不少问题,例如新品种选育、繁殖、推广、加工以及销售等环节,由于缺乏统一的产品质量评价指标,不仅影响了消费者的利益,也出现了流通领域多、杂、乱的现象。目前,新品种食用品质质量评价在全国范围内尚无统一标准,虽然某些地区制定了参考性标准,但由于各评价因素的界限不明显,同时又采用了传统的评价方式,使各评价因素难以准确量化。鉴于超甜玉米食用品质质量评价的模糊特性,笔者试图运用模糊数学分析原理,探讨超甜玉米食用品质质量综合评价方法,以期为新品种的选优、推广、销售和确定合适的采收期提供参考依据。

1 超甜玉米食用品质综合评价方法与模型

收稿日期:2002-10-20

作者简介:乐素菊(1969-),女,仲恺农业技术学院讲师,从事甜玉米遗传育种研究。

基金项目:国家星火计划资助项目(2001EA780054)的部分内容。

超甜玉米食用品质是由甜度、果皮柔嫩性和风味等诸多因素综合反映的结果,为能同时考虑到各评价因素的效应、评价因素的权重以及因素间的交互作用对食用品质的综合影响,笔者采用了模糊数学中因素集的加权综合方法^[1,2],其数学模型为:

$$\mu = \prod_{i=1}^n (\mu(i))^{w_i}$$

式中: μ 表示食用品质综合评价指数,其大小反映了各评价单元食用品质的优劣; $\mu(i)$ 为第*i*个评价因素的隶属度,其大小反映了各评价因素的等级; w_i 为第*i*个评价因素的权重,其大小反映各评价因素的重要程度; $\prod$ 为连乘符; n 为评价因素数。

采用该加权综合评价方法时,要求 μ 随每个 $(\mu(i))^{w_i}$ 按比例变化,而且每个 $(\mu(i))^{w_i}$ 都是不可缺少的,当其中任何一个 $\mu(i)$ 为零时, μ 均为零。

2 超甜玉米食用品质的模糊综合评价过程

2.1 确定评价单元和评价因素

为了达到品种的综合选优和确定食用品质合适

采收期的目的,笔者以超甜玉米粤甜3号、穗美9701和美国金良粟(全称为美国水果型金良粟超甜玉米)的不同采收期作为评价单元。各因素指标值为2000~2001年试验结果的平均值。

由于超甜玉米食用品质的评定国内尚缺乏统一

的标准,因此笔者选取能较全面评判食用品质优劣的6个评价因素,即评价因素集 $U=\{\text{蔗糖,还原糖,胚背面果皮,胚面果皮,含水量,口感}\}$ 。3个超甜玉米品种的不同采收期及其评价因素指标值见表1。

表1 不同品种子粒含糖量、含水量、果皮厚度和口感的变化

品种	授粉后天数 d	蔗糖	还原糖	胚背面果皮 μm	胚面果皮 μm	含水量 (w)%	口感
美国金良粟	14	29.97	12.35	47	64	78.56	4.5
	16	33.93	10.62	47	65	76.90	4.7
	18	31.95	9.50	56	64	74.97	4.2
	20	31.84	8.70	63	67	74.14	3.8
	22	29.12	7.93	70	81	73.88	3.4
粤甜3号	14	25.92	12.33	51	71	79.20	4.2
	16	28.18	10.84	55	80	77.80	4.5
	18	26.20	8.53	62	82	76.57	4.3
	20	21.80	7.37	69	84	75.80	4.0
	22	18.94	6.32	73	80	73.94	3.2
穗美9701	14	19.35	11.45	54	97	80.28	3.7
	16	18.39	10.56	72	104	79.21	3.8
	18	19.48	9.62	95	104	77.12	3.5
	20	16.97	6.65	101	115	76.96	3.4
	22	15.71	6.06	112	113	75.40	2.9

注:还原糖、蔗糖(g/100g干物质);口感评分以1~5级表示(5级最好)

2.2 建立评价因素的隶属函数

因评价因素各有特点,描述模糊事物的隶属函数也各自不同,为此,选择隶属函数应根据评价因素的特点而定。如子粒含糖量和口感,其在一定范围内与食用品质之间是正相关关系,可采用升半梯形分布建立隶属函数(图1);子粒含水量与食用品质之间可近似为梯形分布(图2),即含水量有一个最适范围,其值偏离此范围的程度越大,食用品质越差,可采用梯形分布建立隶属函数;而子粒果皮厚度在一定范围内与食用品质之间呈负相关关系,可采用降半梯形分布建立隶属函数(图3)。

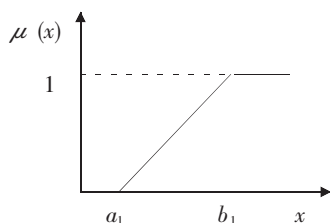


图1 升半梯形分布

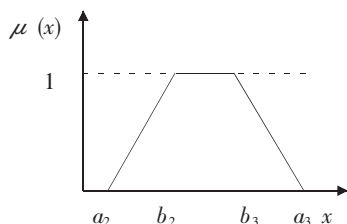


图2 梯形分布

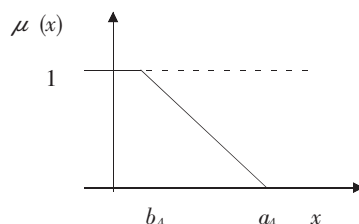


图3 降半梯形分布

升半梯形分布的隶属函数为^[1,3]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & 0 \leq x \leq a_1 \\ \frac{x-a_1}{b_1-a_1} & a_1 < x < b_1 \\ 1 & x \geq b_1 \end{cases} \quad (1)$$

梯形分布的隶属函数为^[1]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & b_2 \leq x \leq b_3 \\ \frac{x-a_2}{b_2-a_2} & a_2 < x < b_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-b_3} & b_3 < x < a_3 \\ 0 & x \leq a_2, x \geq a_3 \end{cases} \quad (2)$$

降半梯形分布的隶属函数为^[1,3]:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x \leq b_4 \\ \frac{a_4-x}{a_4-b_4} & b_4 < x < a_4 \\ 0 & x \geq a_4 \end{cases} \quad (3)$$

上述各式中, $\mu(x)$ 表示评价指标的隶属函数; x 为评价因素的指标值; $a_1, b_1, a_2, b_2, a_3, b_3, a_4, b_4$ 分别为评价因素的临界值。

2.3 评价因素的权重和评价因素的临界值

构成食用品质综合评价的各个评价因素, 其对食用品质的贡献是不同的, 因而有不同的权重分配。超甜玉米的食用品质主要取决于甜度、果皮柔嫩性和风味等, 果皮柔嫩性主要指果皮的厚薄和脆性^[4], 乐素菊等研究认为熟期一致的子粒, 含水量高则较爽脆^[5]。在此研究的基础上, 笔者根据专家意见, 制定了食用品质综合评价中各个因素的权重分配 W_i , 且使权重满足归一化要求 $\sum_{i=1}^n w_i=1$, 见表 2。并依据超甜玉米各参评因素特性, 确定了各评价因素临界

值(表 2)。

表 2 各评价因素的权重系数及临界值

评价因素	蔗糖 g/100 g	还原糖 g/100 g	胚背面果皮 μm	胚面果皮 μm	含水量 (w)%	口感
权重	0.22	0.17	0.17	0.11	0.11	0.22
临界值	60	30	150	150	66~85	5.0

3 综合评价结果

根据参评因素的隶属函数分别计算出各评价指标的隶属度(表 3)。食用品质综合评价指数

$\mu = \prod_{i=1}^n (\mu(i))^{w_i}$, 得 3 个品种 15 个采收期的综合评价指数, 见表 3。

表 3 评价单元各评价因素的隶属度与食用品质综合评价指数

品 种	授粉后天数(d)	蔗糖	还原糖	胚背面果皮	胚面果皮	含水量	口感	综合评价指数
美国金良粟	14	0.50	0.41	0.69	0.57	0.86	0.90	0.62
	16	0.56	0.35	0.69	0.57	1.00	0.94	0.64
	18	0.53	0.32	0.63	0.57	1.00	0.84	0.60
	20	0.53	0.29	0.58	0.55	0.90	0.76	0.56
	22	0.48	0.26	0.53	0.46	0.88	0.68	0.50
粤甜 3 号	14	0.43	0.41	0.66	0.53	0.77	0.84	0.58
	16	0.47	0.36	0.63	0.47	0.96	0.90	0.59
	18	0.44	0.28	0.59	0.45	1.00	0.86	0.54
	20	0.36	0.24	0.54	0.44	1.00	0.80	0.49
	22	0.32	0.21	0.51	0.47	0.88	0.64	0.44
穗美 9701	14	0.32	0.38	0.64	0.35	0.63	0.74	0.48
	16	0.31	0.35	0.52	0.31	0.77	0.76	0.46
	18	0.32	0.32	0.37	0.31	1.00	0.70	0.44
	20	0.28	0.22	0.33	0.23	1.00	0.68	0.38
	22	0.26	0.20	0.25	0.25	1.00	0.58	0.34

表3中各单元的综合评价指数越高, 表明食用品质越好。美国金良粟5个采收期平均综合评价指数最高, 粤甜3号次之, 穗美9701最低, 这一评价结果与实际相符。对比同一品种的不同采收期可知, 美国金良粟和粤甜3号在授粉后14~16 d综合评价指数最高, 表明其间食用品质最好; 穗美9701在授粉后14~18 d综合评价指数较高, 表明其间食用品质较好。

4 结 论

模糊评价结果表明, 美国金良粟和粤甜3号的综合评价指数高于穗美9701, 3个品种均以授粉后14~18 d为食用品质的适宜期, 随着子粒的成熟, 其综合评价指数下降较快, 食用品质也越来越差, 这一结果与实际相符。因此, 笔者认为利用模糊评价方法量化品质进行品种择优和确定采收期是切实可行的。

由于超甜玉米食用品质评价中的复杂性和模糊性, 用传统的方法精确地评价它是不可能的, 而通过采用模糊数学中的隶属函数对评价因素进行描述,

赋予其相应的隶属度, 并根据各评价因素对食用品质的重要程度给予适当的权重, 则可以将各评价因素指标值综合为一个统一的量化指标, 该指标不仅体现各品种之间食用品质的优劣, 也直接反映不同采收期之间食用品质的相应等级。这一方法不仅提供了较多、较准确的信息, 而且步骤简练, 对于评价单元较多的模糊评价更具有优越性。

参考文献:

- [1] 王建国, 杨林章, 单艳红. 模糊数学在土壤质量评价中的应用研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(2): 176-183.
- [2] 汪培庄, 韩立岩. 应用模糊数学[M]. 北京经济学院技术出版社, 1989, 209.
- [3] 杨崇瑞主编. 模糊数学及其应用[M]. 农业出版社, 1994, 68-74.
- [4] 食用玉米研究进展——我国首届食用玉米学术讨论会论文集[C]. 山东科学技术出版社, 2001, 49.
- [5] 乐素菊, 刘厚诚, 张 璧, 王小明. 超甜玉米子粒乳熟期碳水化合物变化及食用品质研究[J]. 华南农业大学学报, 2003, 24(2): (待发表).

联系电话: 013922423882 E-mail: ysu2@163.net