

广义模糊综合评判在食品质量感官品评的应用

江西大学生物系 江腾龙

摘 要

本文通过实例指出在食品质量感官品评中应用一般模糊综合评判的缺陷,介绍广义模糊综合评判的几种模型及其特点与其实际应用方法。

目前食品风味质量评价一般都以人的感官品评为主,辅之以理化指标检验。而感官品评受品评人员复杂的生理、心理学等主观因素的影响,使品评结果不够准确,缺乏客观的评判。为此应用模糊综合评判已取得比用加权平均法较好的效果^[1],但实际应用中仍存在问题,兹举例说明之。

例:感官品评绿茶质量,品评质量的指标为:外形、香气、滋味、水色、叶底。评定级别为:一级、二级、三级、四级。由23名品评人员进行感官质量评价,评价如表1。

按模糊综合评判,设评价质量指标的论域U为:

$U = \{\text{外形}(U_1), \text{香气}(U_2), \text{水色}(U_3), \text{滋味}(U_4), \text{叶底}(U_5)\}$

评语集合V为:

$V = \{\text{一级, 二级, 三级, 四级}\}$

表1

评价(P _{ij}) 指标(i)	级别(j)	一级	二级	三级	四级
		8(人)	9(人)	5(人)	1(人)
外 形		8	9	5	1
香 气		4	8	9	2
水 色		0	7	10	6
滋 味		2	5	7	9
叶 底		10	8	5	0

由表1数据,按下式转换为模糊矩阵元 r_{ij} :

$$r_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{j=1}^4 P_{ij}}$$

写成模糊矩阵R为

$$R = \begin{pmatrix} 0.35 & 0.39 & 0.22 & 0.04 \\ 0.17 & 0.35 & 0.39 & 0.09 \\ 0 & 0.30 & 0.43 & 0.26 \\ 0.09 & 0.22 & 0.30 & 0.39 \\ 0.43 & 0.35 & 0.20 & 0 \end{pmatrix}$$

设权重因数 $A_1 = (0.35, 0.35, 0.1, 0.1, 0.1)$

则评价矩阵 $Y_1 = A_1 \circ R = (y_{11}, y_{21}, y_{31}, y_{41})$

$$= (0.35, 0.35, 0.1, 0.1, 0.1) \begin{pmatrix} 0.35 & 0.39 & 0.22 & 0.04 \\ 0.17 & 0.35 & 0.39 & 0.09 \\ 0 & 0.30 & 0.43 & 0.26 \\ 0.09 & 0.22 & 0.30 & 0.39 \\ 0.43 & 0.35 & 0.20 & 0 \end{pmatrix}$$

其中 $y_{11} = (0.35 \wedge 0.35) V (0.35 \wedge 0.17) V (0.1 \wedge 0) V (0.1 \wedge 0.09) V (0.1 \wedge 0.43)$

$$= 0.35 V 0.17 V 0 V 0.09 V 0.1 = 0.35$$

同理得 $y_{21} = 0.35$ $y_{31} = 0.35$ $y_{41} = 0.09$

即 $Y_1 = (0.35, 0.35, 0.35, 0.09)$

归一化后得: $Y_1 = (0.30, 0.30, 0.30, 0.1)$

所得评判是模糊的:该绿茶可评为一级,二级,或三级都可。究其原因:上述模糊综合评判为M(A, V)模型,其评判矩阵 Y_1

$$Y_1 - A_1 \circ R = (y_1, y_2, \dots, y_n) \quad (1)$$

其中 $y_i = \bigvee_{j=1}^n (a_i \wedge r_{ij}) \quad j=1, 2, \dots, m \quad (2)$

其中 $\wedge(\min)$, $\vee(\max)$ 两种运算所得,这两种运算简法明了,但丢失信息太多,其计算结果仅由 a_i , $r_{ij}(i=1, 2, \dots, n)$ 中某个最大指标决定的,所以得到上述模糊,粗糙的结果,应用

中易出现“模棱两可”的结果，故在很多情形下要改进，为此引进广义模糊综合评判模型，它是用广义模糊“与”运算（用 $*$ 表示）和广义模糊“或”运算（用 $\oplus$ 表示）分别替代上述 $M(\Lambda, V)$ 模糊综合评判模型中的 $\Lambda(\min)$ 运算和 $V(\max)$ 运算，得到广义模糊综合评判模型 $M(*, \oplus)$ 。

其评判矩阵 $\underline{Y} = \underline{A} \circ \underline{R} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ (3)
其中 $y_i = (a_1 * r_{1j}) * (a_2 * r_{2j}) * \dots * (a_n * r_{nj})$ (4)

$$j=1, 2, \dots, m$$

广义模糊运算有无穷多种，对具体问题，一般除上述 $M(\Lambda, V)$ 模型外还有如下三种：

I) 用普通实数乘法代替 $*$ ，用 $V(\max)$ 代替 $\oplus$ 运算的 $M(\cdot, V)$ 模型：

$$(4) \text{ 式为: } y_j = \bigvee_{i=1}^n a_i r_{ij}$$

$$j=1, 2, \dots, m$$

II) 用 $\Lambda(\min)$ 运算和 $\oplus$ 运算分别替代 $*$ 运算和 $\oplus$ 运算的 $M(\Lambda, \oplus)$ 模型：

$$(4) \text{ 式为: } y_j = \sum_{i=1}^n a_i \Lambda r_{ij} \quad (6)$$

$$j=1, 2, \dots, m$$

式中 $a \oplus b = \min(1, a + b)$

$\sum_{i=1}^n$ 表示对 n 个数在 $\oplus$ 运算下求和。

III) 用普通实数乘法和 $\oplus$ 运算分别代替 $*$ 运算和 $\oplus$ 运算的 $M(\cdot, \oplus)$ 模型：

$$(4) \text{ 式即为 } y_j = \sum_{i=1}^n a_i r_{ij} \quad (7)$$

$$j=1, 2, \dots, m$$

式中 Σ 含义如II)说明。

仍用上例数据计算比较说明上述广义模糊综合评判模型的特点及其应用。

$M(\cdot, V)$ 模型： $\underline{Y}_2 = \underline{A}_1 \circ \underline{R} = (y_{12}, y_{22}, y_{32}, y_{42})$

$$\begin{aligned} \text{式中 } y_{12} &= (0.35 \times 0.35) V (0.35 \times 0.17) V (0.1 \times 0) V (0.1 \times 0.09) V (0.1 \times 0.43) \\ &= 0.1225 V 0.0595 V 0 V 0.009 V 0.043 \\ &= 0.1225 \end{aligned}$$

同理计算得 $y_{22}=0.1365$ $y_{32}=0.1365$

$$y_{42}=0.039$$

$$\text{即 } \underline{Y}_2 = (0.1225, 0.1365, 0.1365, 0.039)$$

$$\text{归一化后得 } \underline{Y} = (0.29, 0.31, 0.31, 0.09)$$

$M(\Lambda, \oplus)$ 模型： $\underline{Y}_3 = \underline{A}_1 \circ \underline{R} = (y_{13}, y_{23}, y_{33}, y_{43})$

$$\text{式中 } y_{13} = (0.35 \Lambda 0.35) \oplus (0.35 \Lambda 0.17) \oplus (0.1 \Lambda 0) \oplus (0.1 \Lambda 0.09) \oplus (0.1 \Lambda 0.43)$$

$$0.35 \oplus 0.17 \oplus 0 \oplus 0.09 \oplus 0.1 = 0.71$$

$$\text{同理计算得 } y_{23}=1 \quad y_{33}=0.87 \quad y_{43}=0.1105$$

$$\text{即 } \underline{Y}_3 = (0.71, 1, 0.87, 0.1105)$$

$$\text{归一化后 } \underline{Y}_3 = (0.27, 0.37, 0.32, 0.04)$$

$M(\cdot, \oplus)$ 模型： $\underline{Y}_4 = \underline{A}_1 \circ \underline{R} = (y_{14}, y_{24}, y_{34}, y_{44})$

$$\text{式中 } y_{14} = (0.35 \times 0.35) \oplus (0.35 \times 0.17) \oplus (0.1 \times 0) \oplus (0.1 \times 0.09) \oplus (0.1 \times 0.43)$$

$$0.1225 \oplus 0.0595 \oplus 0 \oplus 0.009 \oplus 0.043 =$$

$$0.234$$

$$\text{同理得 } y_{24}=0.346 \quad y_{34}=0.308 \quad y_{44}=0.1325$$

$$\text{即 } \underline{Y}_4 = (0.234, 0.346, 0.308, 0.1325)$$

$$\text{归一化后得 } \underline{Y}_4 = (0.23, 0.34, 0.30, 0.13)$$

从上述 $M(\cdot, V)$ 模型计算结果评判该绿茶既可评二级，又可评三级。但比 $M(\Lambda, V)$ 模型评判稍明朗些，由 $M(\Lambda, \oplus)$ 模型和 $M(\cdot, \oplus)$ 模型计算结果评判应为二级绿茶。

上述几种广义模糊综合评判模型反映综合评判有不同方式：

有只求单因素最优（即为主因素）的，这就是 $M(\Lambda, V)$ 模型，被称为主因素决定型，因为它的评判结果仅由指标中最大项决定，其它指标在一定范围中变化也不影响评判结果。这种评判模型较适用于单项最优就算综合最优的情形。

有突出主要因素又兼顾其他因素的主因素突出型， $M(\cdot, V)$ 模型和 $M(\Lambda, \oplus)$ 就是这种模型，它们与 $M(\Lambda, V)$ 模型接近，但两个运算中的一个已较精细，使评判结果比 $M(\Lambda, V)$ 模型评判“细致，周到”些，它们并多少反映了非主要因素的影响，这些模型适用于 $M(\Lambda, V)$ 评判模型评判“困难”，不可细分时。

上述权数分配（由 $\underline{A}_1$ 可见）是以外形(U_1)和

香气(U_2)为主要, 其计算评判如上。若以滋味(U_4)作为评判主要因素, 即权重因数 A_2 :

$$A_2 = (0.1, 0.1, 0.1, 0.6, 0.1)$$

用前述方法分别计算广义模糊综合评判模型的几种作评判。

$$Y^0 - A_2 \circ R = (y_1^0, y_2^0, y_3^0, y_4^0)$$

$$M(V, V) \text{ 模型 } Y_1^0 = (0.1, 0.22, 0.30, 0.38)$$

$$M(\cdot, V) \text{ 模型 } Y_2^0 = (0.09, 0.22, 0.30, 0.39)$$

$$M(\Lambda, \oplus) \text{ 模型 } Y_3^0 = (0.16, 0.27, 0.30, 0.27)$$

$$M(\cdot, \oplus) \text{ 模型 } Y_4^0 = (0.15, 0.27, 0.31, 0.27)$$

由计算结果表明: $M(\Lambda, V)$ 模型和 $M(\cdot, V)$ 模型, 即仅考虑滋味, 其他指标不管好坏, 应评为四级绿茶。 $M(\Lambda, \oplus)$ 模型和 $M(\cdot, \oplus)$ 模型即评判时还考虑其他因素作用, 综合评判较全面些, 就应评为三级绿茶。

四个广义模糊综合评判模型计算结果有:

$$Y(\Lambda, \oplus) \geq Y(\cdot, \oplus) \geq Y(\cdot, \Lambda) \quad (8)$$

$$Y(V, \oplus) \geq Y(\Lambda, V) \geq Y(\cdot, V) \quad (9)$$

食品的感官品评的广义模糊综合评判可根据不同评判角度, 着眼点, 而采用不同的综合评判模型(即 $M(\Lambda, V)$ 模型, $M(\cdot, V)$ 模型, $M(\Lambda, \oplus)$ 模型和 $M(\cdot, \oplus)$ 模型等), 选择不同的权数分配(如 A_1, A_2 等)计算评判之。或者, 先计算 $M(\Lambda, V)$ 模型和 $M(\cdot, \oplus)$ 模型, 再在 $M(\cdot, V)$ 模型和 $M(\Lambda, \oplus)$ 模型中选择其中一个, 当 $Y(\Lambda, V)$ 和 $Y(\cdot, \oplus)$ 值偏小时, 按(8)式和(9)式, 宜选 $M(\Lambda, \oplus)$, 反之则选 $M(\cdot, V)$ 模型评判结果。

参考文献

- [1] 吕老俭等, 应用模糊数学评价食品的感官质量 食品科学1986—31—5。
- [2] 汪培庄, 模糊数学简介(I), (II), 数学实践与认识(1980)45—59; 3(1980), 52—63。
- [3] Dubois, D. and Pradde, H., Fuzzy real algebra: Some results, Int. J. Fuzzy Sets and Systems, 2, 1979, 327—348。
- [4] Chen Yong-Yi, An approach to fuzzy Operators BUSEFAL, 9, 1982, 59—65。

天然甜素的研究及应用概况

中国科学院华南植物研究所 周文华

天然甜素的研究是近十多年来兴起的从植物界中寻找甜度高、热能低的新甜源的研究。随着人民生活水平的不断提高, 食品、饮料工业的迅速发展, 对糖料的需求量大幅度的增加。由于蔗糖的生产受到各种条件的限制, 加上过多地食用蔗糖可能引起肥胖病和龋齿尤其是糖尿病患者不能食用蔗糖。而糖精曾怀疑有致癌的危险性。因此天然甜素的研究及其推广应用越来越明显地显示出了它的重要性。经过十多年来的努力, 国内外的科技工作者, 对天然甜素的研究及其应用已取得了可喜的进展, 现将有关情况综述如下:

一、已发现的甜味植物的种类

据文献^[1]报导, 已经研究了植物种类有:

1. 竹芋种植物: *Thaumatococcus daniellii*
2. 防己科植物: *Dioscoreophyllum cumminsii*
3. 赤铁科植物: *Synsepalum dulcificum*
4. 豆科植物: *Glycyrrhiza glabra* (光叶甘草)
Glycyrrhiza uralensis (甘草)
Periandra dulcis (巴西甘