文章编号:1009-038X(2004)03-0069-04

# 应用模糊数学评价微胶囊化桔油的感官品质

陈晓玲， 王 璋， 许时婴
(江南大学 食品学院,江苏 无锡 214036)

**摘 要**: 以模糊综合评价的方法对微胶囊化冷榨桔油和微胶囊化蒸馏桔油的感官质量进行了评价,并比较了"最大隶属度法"、"$h$ 函数法"、"双权法"和"$f$ 函数法"4 种判别方法的差别.结果表明,微胶囊化冷榨桔油的感官品质优于微胶囊化蒸馏桔油,且"$f$ 函数法"较其他方法更便于进行多个相近样品之间的排序.

**关键词**: 模糊综合评价;最大隶属度法;$h$ 函数法;双权法;$f$ 函数法
**中图分类号**:O 159 **文献标识码**: A

# Sensory Evaluation of Orange Oil Encapsulation by Fuzzy Mathematics Method

CHEN Xiao-ling, WANG Zhang, XU Shi-ying
(School of Food Science and Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214036, China)

**Abstract**: The fuzzy mathematics method was used to evaluate the sensory quality of microencapsulated cold press orange peel oil and distilled orange peel oil. Four kinds of methods, "maximum $y_j$ component method", "$h$ function method", "double weight method" and "$f$ function method" were used and compared with each other. The results indicated that microencapsulated cold press orange peel oil was better than microencapsulated distilled orange peel oil on the flavor. It was also found that "$f$ function method" is more available.

**Key words**: fuzzy mathematics; maximum $y_j$ component method; $h$ function method; double weight method; $f$ function method

近年来,模糊数额综合评判的方法越来越多地应用于医药、食品等领域[1].食品的质量包括营养和感官质量,而感官质量又包括色泽、气味、质构及外观等多项指标,对多项指标进行综合评价是一个复杂系统,并且这些因素都是模糊的,为了更合理地综合评价食品的感官质量,排除众多的主观臆断,采用模糊综合评价是一种行之有效的方法[2].

作者采用"最大隶属度法"、"双权法"、"h 函数法"和"f 函数法"这 4 种方法综合评价微胶囊化桔油的感官质量.

## 1 模糊评价食品感官质量的数学模型的比较

### 1.1 评价指标和指标权重的确定

模糊数学将需要研究的一系列现象作为论域,

**收稿日期**:2003-07-01; **修回日期**:2003-09-15.
**作者简介**: 陈晓玲(1979-),女,江苏无锡人,食品科学与工程硕士研究生.

万方数据

对微胶囊化桔油进行感官评定时，选择最能反映其风味的3个指标 $u_1$、$u_2$ 和 $u_3$ 作为论域 $U$，即 $U=\{u_1,u_2,u_3\}=$｛桔子香气 桔子口味 苦涩味｝.

确定指标后，再设权重向量为 $x$，$x=\{x_1,x_2,x_3\}$，且 $x_1+x_2+x_3=1$，$x$ 实际上代表各指标的重要程度. 由于在评定过程中，这3个指标对微胶囊化桔油的感官质量的影响程度的不同，所以对3个指标的权重必须进行权重配比. 目前常用的确定权重配比的方法有3种：强制确定法、环比法和用户调查法[1,3]. 其中，强制确定法最为简单易行，故作者采用强制确定法确定评价指标的权重.

### 1.2 确定评语论域

设定评语论域 H 并对评语进行赋值，评语可以用文字表示，也可以用具体数值或评语等级来表示[3~7]，本文 $H=\{h_1,h_2,h_3,h_4,h_5,h_6\}=$｛特优，优，良好，中等，较差，差｝$=\{100,90,80,70,60,50\}$.

### 1.3 评判方法比较

目前采用较多的方法是“最大隶属度法”和“双权法”两种，而“h 函数法”和“f 函数法”则是分别由这两种方法演变而成的较新颖的方法.

#### 1.3.1 最大隶属度法

按“最大隶属度判别法”得出模糊综合评判结果的各向量分量 $y_j$，组成结果向量 $y$，$y_j=\bigvee_{i=1}^{n}(x_i\wedge r_{ij})$（$n$ 为评价指标的数目），$y_j/\sum y_j$ 的物理意义是产品被评为第 $j$ 个等级的评委数占总评委数的比例. 式中 $x_i$ 为对应于第 $i$ 个评判指标的权重（$0\leqslant x_i\leqslant 1$，$\sum_{i=1}^{n}x_i=1$），$r_{ij}$ 为第 $i$ 个评判指标被评为第 $j$ 个质量等级的模糊关系矩阵元（$0\leqslant r_{ij}\leqslant 1$），其物理意义是打此分的评委数与全体评委数之比；“$\wedge$”表示两数比较取小值；“$\vee$”表示两数比较取大值. 此结果向量中各分量代表的是产品感官质量处于各个评价分值或评语等级的隶属度，因此向量中最大的数值对应的等级即为该食品感官的等级[7]. “最大隶属度法”的缺陷在于只能判定等级，不能对同一等级的产品进行准确地排序.

#### 1.3.2 h 函数法

$$h\text{ 函数法按 }h=\sum_{j=1}^{m}y_j^k h_j/\sum_{j=1}^{m}y_j^k$$

（$m$ 为评语等级的数目）对产品进行评判. 式中 $y_j$ 即按“最大隶属度法”得到的 $y_j$；$h_j$ 为第 $j$ 个评语级别的赋值分数，一般取 $k=2$. $h$ 值的物理意义在于，以 $y_j^k$ 为权求 $h_j$ 的平均值，根据 $h$ 值最接近哪一个等级的 $h_j$ 值，即可判定其属于该等级，同时还可按 $h$ 值的大小来排序. “$h$ 函数法”解决了“最大隶属度法”不能排序的缺陷，但由于“$h$ 函数法”计算中采用由“最大隶属度法”得出的 $y_j$，因而在评判中突出了主因素，但忽略了其他因素，在实际应用中也会遇到无法排序或排序不尽合理的问题.

#### 1.3.3 双权法

按 $y_j=\sum_{i=1}^{n}x_i r_{ij}$（$\sum_{j=1}^{m}y_j=1$）得出结果向量的分量 $y_j$，$y_j$ 与评价域的乘积 $s=\sum_{j=1}^{m}h_j y_j$ 即为“双权法”评判的得分，根据 $s$ 值最接近于哪一个等级的 $h_j$ 值，可以对产品进行评级，再根据 $s$ 值的大小可以进行排序. 式中 $x_i$ 代表对应于 $n$ 个评判指标的权重（$0\leqslant x_i\leqslant 1$，$\sum_{i=1}^{n}x_i=1$），$r_{ij}$ 表示第 $i$ 个评判指标被评为第 $j$ 个质量等级的模糊关系矩阵元（$0\leqslant r_{ij}\leqslant 1$）. “双权法”与“最大隶属度法”的不同就在于结果向量的获得途径不同，在“双权法”得到的结果向量中没有忽略任何主次因素的影响，较“最大隶属度法”更为客观地反映了产品的感官质量[6].

#### 1.3.4 f 函数法

$$f=\sum_{j=1}^{m}y_j^k h_j/\sum_{j=1}^{m}y_j^k$$

（一般可取 $k=2$），$y_j$ 即用“双权法”得到得 $y_j$. 从式中可以看出，“$f$ 函数法”同“双权法”的区别仅在于 $k$ 的取值. 当 $k=1$ 时，“$f$ 函数法”就变成“双权法”. “$f$ 函数法”对“双权法”所作的改进就在于突出了较大分量的作用和压低了较小分量的作用，以达到减弱感情因素影响的目的，使最后的评判结果更为客观.

## 2 微胶囊化桔油感官品质的模糊评价

### 2.1 桔子饮料的制备

配制样品1和样品2配方. 样品1：蔗糖 40.0 g/L，柠檬酸 1.2 g/L，微胶囊化冷榨桔油 1.0 g/L；样品2：蔗糖 40.0 g/L，柠檬酸 1.2 g/L，微胶囊化蒸馏桔油 1.0 g/L；

### 2.2 权重的确定

用强制确定法确定桔子香气、桔子口味、苦涩味各自的权重. 请12名专家进行权重的确定. 首先将参加评价的因素列在一种方阵形的表上（表1），将3个因素的重要程度作一对一比较. 当一对一比较时，重要的得1分，次要的得0分，自身相比一般记0分，但实际工作中，特别是主要因素作比较时，取消某个因素不太合理，则自身相比可按1分记，

万方数据

表明它是必要的，但又是最次要的[4].

表 1　强制确定法确定权重的结果

Tab. 1　The result of weigh set determined constrainedly

| 评价因素 | 比较结果 | | | 得分 | 权重 $u_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | 桔子香气 $u_1$ | 桔子口味 $u_2$ | 苦涩味 $u_3$ | | |
| 桔子香气 | 12 | 3 | 9 | 24 | 0.33 |
| 桔子口味 | 9 | 12 | 11 | 32 | 0.45 |
| 苦涩味 | 3 | 1 | 12 | 16 | 0.22 |

注：权重结果见表 1，桔子香气、桔子口味、苦涩味的权重分别为 0.33，0.45，0.22，即 $x=\{x_1,x_2,,x_3\}=\{0.33,0.45,0.22\}$.

### 2.3　微胶囊化桔油感官质量的评价

由 15 名感官评定人员组成，连续 3 d 对样品 1 和样品 2 的各项指标进行评分，结果见表 2，3.

表 2　微胶囊化冷榨桔油感官评定结果

Tab. 2　Sensory quality of microencapsulated cold press orange peel oil

| 评价指标 | 评语 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 特优 | 优 | 良 | 中 | 较差 | 差 |
| 桔子香气 | 3 | 23 | 13 | 6 | 0 | 0 |
| 桔子口味 | 3 | 18 | 17 | 5 | 2 | 0 |
| 苦涩味 | 3 | 13 | 17 | 11 | 1 | 0 |

表 3　微胶囊化蒸馏桔油感官评定结果

Tab. 3　Sensory quality of microencapsulated distilled orange peel oil

| 评价指标 | 评语 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 特优 | 优 | 良 | 中 | 较差 | 差 |
| 桔子香气 | 3 | 14 | 14 | 14 | 0 | 0 |
| 桔子口味 | 4 | 10 | 16 | 12 | 3 | 0 |
| 苦涩味 | 3 | 7 | 15 | 12 | 8 | 0 |

## 3　模糊综合评价微胶囊化桔油的结果

### 3.1　“最大隶属度法”评价结果

根据 $y_j=\bigvee_{i=1}^{n}(x_i\wedge r_{ij})$，分别得到样品 1 和样品 2 的 $y(j=6)$ 为：

样品 1：$y_1=(0.07, 0.40, 0.38, 0.20, 0.04, 0)$

样品 2：$y_2=(0.09, 0.31, 0.36, 0.31, 0.18, 0)$

由 $\boldsymbol{H}=\{h_1,h_2,h_3,h_4,h_5,h_6\}=$ {特优，优，良好，中等，较差，差} $=\{100,90,80,70,60,50\}$，可以判断，微胶囊化冷榨桔油的质量等级为“优”，微胶囊化蒸馏桔油的质量等级为“良好”. 从结果向量上来看，最大隶属度法并不能保证结果的惟一性，如样品 1 的结果向量中“优”和“良好”的差距很小；而样品 2 中“优”和“中等”为等值. 可以看到，在模糊综合评价食品的感官质量时，采用“最大隶属度法”是有一定的局限性，需要用更直观的方法来判断产品的等级和分辨多个产品的优劣.

### 3.2　“$h$ 函数法”评价结果

将“最大隶属度法”得出的向量 $\boldsymbol{y}$ 与 $\boldsymbol{H}=\{100, 90, 80, 70, 60, 50\}$ 相乘，则

样品 1：$h_1=83.6$

样品 2：$h_2=78.6$

从结果可以看出，两个样品的感官质量等级均最接近“良好”级，但从两个样品的得分可以看出，样品 1 优于样品 2. 因此，从这个意义上看，“$h$ 函数法”在“最大隶属度法”的基础上作了改进，实现了对多个样品的排序. 然而，“$h$ 函数法”采用“最大隶属度法”得出的 $y_j$，使“$h$ 函数法”仍具有局限性.

### 3.3　“双权法”评价结果

首先按“双权法”得出两个样品各自的结果向量 $\boldsymbol{y}$：

样品 1：$y_1=(0.067, 0.412, 0.348, 0.148, 0.025, 0)$

样品 2：$y_2=(0.077, 0.237, 0.336, 0.281, 0.069, 0)$

将结果向量与 $\boldsymbol{H}=(100, 90, 80, 70, 60, 50)$ 相乘，则

样品 1：$s_1=84.9$

样品 2：$s_2=79.2$

用“双权法”评价的结果表明，样品 1 和样品 2 的得分最接近“良好”级，但样品 1 要优于样品 2. 与“最大隶属度法”比较，用“双权法”得出的 $y_j$ 没有忽略任何影响因素，故可使结果更为客观.

### 3.4　“$f$ 函数法”评价结果

$$f=\sum_{j=1}^{m}y_j^k h_j/\sum_{j=1}^{m}y_j^k$$

（一般可取 $k=2$），计算出 $f$ 的值：

$f_1=85.0$

$f_2=79.1$

可见，用“$f$ 函数法”评价两个样品，样品 1 的得分介于“优”和“良好”之间，样品 2 的得分接近“良好”级. 与“最大隶属度法”相比，用“$f$ 函数法”也可以实现对差距不大的多个样品进行排序，对处于同一等级的不同样品的优劣也可以作出判断. 而“$f$ 函数法”与“双权法”的不同之处则在于“$f$ 函数法”可以放大产品之间的差距，更有效地对质量相近的产品进行排序.

万方数据

## 4 结 论

用"最大隶属度法"对微胶囊化冷榨桔油和微胶囊化蒸馏桔油配成的桔子饮料分别进行感官品质分析,仅能判别微胶囊化冷榨桔油和微胶囊化蒸馏桔油的等级分别为"优"和"良好",而用"$h$ 函数法"和"双权法"评判的结果是微胶囊化冷榨桔油和微胶囊化蒸馏桔油的等级都是"良好",用"$f$ 函数法"评判的结果是微胶囊化冷榨桔油的等级介于"优"和"良好"之间,微胶囊化蒸馏桔油的等级为"良好",两者的感官得分分别为85.0,79.1.因此,用"最大隶属度法"得出的结论在准确性上确实存在不足,而"$f$ 函数法"可以更为直观的判断出了两者的等级和之间的差距.结果表明,"$f$ 函数法"确实是一种可行的感官评定方法.

## 参考文献:

[1] Glenn Moffett. Fuzzy Logic Applied to System Control to Enhance Commercial Appliance Performance[D]. Ruston: Louisiana Tech University,1998.91－95.
[2] 伊良忠,淳应之.模糊数学模型在食品质量综合评价中的应用[J].四川工业学院学报,1991,10(2):136－142.
[3] 赵凤芹,张淑珍,张和远.模糊评价食品的感官质量方法[J].沈阳农业大学学报,1998,(4):343－345.
[4] 姬长英.感官模糊综合评价中权重分配的正确制定[J].食品科学,1991,(3):9－11.
[5] 罗仑学,陈雪峰,刘爱香.模糊数学在果汁饮料质量评比中的应用[J].饮料工业,2001,(4):12－14.
[6] 晏孝皋.评价食品感官质量的设计方法[J].计算机与应用化学,2000,17(5):473－474.
[7] Chun-Hsien Chen. Development of A Product Design Evaluation System[D]. Columbia: University of Missouri-Columbia, 1996.

(责任编辑:朱 明)

(上接第68页)

[5] 武标,程颖,孙海东,等.UV-照射－壳聚糖涂膜复合处理用于鸡蛋高温保鲜的研究[J].辽宁大学学报(自然科学版),2001,28(4):378－382.
[6] 青海商业科技研究所.新型鸡蛋涂膜保鲜剂[EB/OL].www.ccafst.com,2001-08-15.
[7] Kokini J, Ho C T, Karwe M V. Egg Science and Technology[M]. New York: Dekker Cop, 1992.
[8] Stadelman W J, Cotteril O J. Egg Science and Technology[M]. Pakistan: Aftab Alam Press,1992.
[9] 周光宏,张兰威,李洪军,等.畜产食品加工学[M].北京:中国农业大学出版社,2002.
[10] 任发政,陈树兴,陈会民,等.实用肉品与蛋品加工[M].北京:中国农业出版社,2002.
[11] 南庆贤.肉奶蛋制品加工工艺[M].北京:农业出版社,1988.
[12] 李增利.乳蛋制品加工技术[M].北京:金盾出版社,2001.
[13] 程永宝.微生物学实验与指导[M].北京:中国医药科技出版社,1994.
[14] 赵晋府,邵长富.软饮料工艺学[M].北京:轻工业出版社,1987.

(责任编辑:杨 勇)

万方数据