

如何进行食品工业产品分级的浅见

国家食品质量监督检验测试中心 鲁维杰

随着我国现代化建设逐步走向正规化,参照先进国家对工业产品实行的分等分级制度,我国也在全面推行分行业的产品分等分级工作。食品质量的评定既有不受人因素影响的理化卫生指标分数又有占很大比重且受人因素影响的感官指标分数。如何将这两种分数科学地综合起来,以合理地反映出食品的全面质量,以达到分等分级的目的是很困难的,所以目前食品分等分级工作落后于其它行业。从国家技术监督局近年来对各类产品进行抽查的结果看,食品类低质劣质产品的比重在各类产品的比较中相当高,如今年夏季北京市场饮料抽查结果有57%以上为不合格产品。因此通过食品分等分级工作以促进食品质量的提高是当务之急,进行食品分等分级工作的研究十分紧迫。

根据本人多年从事食品质量检测工作中的经验,结合近年来模糊数学在食品质量评定的数据处理方法中的成果,提出一些如何进行食品工业产品的分等分级工作的见解。

一、理化卫生、感官指标评分的分类

目前,GB、QB、SB等对食品理化卫生指标大部分是确定一个上限或下限,凡是超标者,此项分数全部扣除,只有象奶粉、鱼露等少量产品对水份,溶解度等做了分等级的指标。这种超标即扣除全部分数的作法,不利于产品分等分级的工作。所以食品理化卫生,感官指标的评分应分为以下三类:

1. 控制指标

食品中重金属,有害非金属元素,细菌,致病菌等项目与人体健康有直接影响,如果这些检测项目出现超标,就会给人体健康带来危害。所以这些项目的指标必须严格控制,一旦

发现有超标问题,就应取消此产品分等分级资格,列为劣质产品,责令生产厂家改进。市场上应不销售无等级标志食品。

2. 硬规定指标

食品中水份,重量,各种营养成分等检测项目与消费者利益密切相关。这些检测项目超标,如重量不足,产品水份偏高,营养成分缺乏等,只会使消费者经济上受到一定损失,而对人体健康不会产生明显的危害。但是现行标准除奶粉、鱼露等少数产品对这类指标采取了分等级的方法外,其它产品都是超标后即扣除此项全部分数。从产品分等分级角度看这就不尽合理,应采用分段限定标准,每一个标准段为一个等级。

如QB869—83 婴儿食品营养及卫生标准规定(见表1)

表1 每百克食品

项 目	热 能 (千卡)	水分(克)	蛋白质 (克)	灰分(克)
指 标	450~500	≤ 3	18~20	≤ 5
项 目	钙(mg)	磷(mg)		
指 标	≥ 800	≥ 500		

上述指标即可做如下修订(见表2)

表2 每百克食品

指 标 / 项 目 \ 级 别	A	B	C	D
热能(千卡)	485~500	470~485	450~470	430~450
水份(克)	≤ 1	≤ 2	≤ 3	≤ 4
蛋白质(克)	19.5~20	19~19.5	18.5~19	18~18.5
灰份(克)	≤ 3	≤ 4	≤ 5	≤ 6
钙(mg)	≥ 900	≥ 860	≥ 820	≥ 780
磷(mg)	≥ 600	≥ 560	≥ 520	≥ 480

3. 软规定指标

软规定指标主要指感官评定项目的指标。由于感官分数的评定受人为因素影响很大，所以称之为软指标。不过虽然感官分数有一定离散性，但是通过科学的数据处理方法就可如实地反映出各个评委的意见。将软规定指标分数分为若干等级段加以统计就可得出感官质量等级。

二、引入隶属度概念将硬规定指标分数进行分等分级

文献^①中提出将模糊数学中隶属函数引入食品质量评价，由隶属函数可求出产品对某一等级的隶属度。文献中隶属函数通式有一些错误，现按四级划分产品等级对原函数通式修改如下：

(1) 规定上限标准的隶属函数通式：

$$Y_A(X) = \begin{cases} 1 & X \leq S_A \\ \frac{S_B - X}{S_B - S_A} & S_A < X < S_B \\ 0 & X \geq S_B \end{cases}$$

$$Y_B(X) = \begin{cases} 0 & X \leq S_A, X \geq S_C \\ \frac{X - S_A}{S_B - S_A} & S_A < X \leq S_B \\ \frac{S_C - X}{S_C - S_B} & S_B < X < S_C \end{cases}$$

$$Y_C(X) = \begin{cases} 0 & X \leq S_B, X \geq S_D \\ \frac{X - S_B}{S_C - S_B} & S_B < X < S_C \\ \frac{S_D - X}{S_D - S_C} & S_C < X < S_D \end{cases}$$

$$Y_D(X) = \begin{cases} 0 & X \leq S_C, X > S_D \\ \frac{X - S_C}{S_D - S_C} & S_C < X < S_D \\ 1 & X = S_D \end{cases}$$

(2) 规定下限标准的隶属函数通式：

$$Y_A(x) = \begin{cases} 1 & X \geq S_A \\ \frac{X - S_B}{S_A - S_B} & S_B < X < S_A \\ 0 & X \leq S_B \end{cases}$$

$$Y_B(x) = \begin{cases} 0 & X \geq S_A, X \leq S_B \\ \frac{S_A - X}{S_A - S_B} & S_B < X < S_A \\ \frac{X - S_C}{S_B - S_C} & S_C < X < S_B \end{cases}$$

$$Y_C(x) = \begin{cases} 0 & X \geq S_B, X \leq S_D \\ \frac{S_B - X}{S_B - S_C} & S_C < X < S_B \\ \frac{X - S_C}{S_D - S_C} & S_D < X < S_C \end{cases}$$

$$Y_D(x) = \begin{cases} 0 & X \geq S_C, X < S_4 \\ \frac{S_C - X}{S_C - S_D} & S_D < X < S_C \\ 1 & X = S_D \end{cases}$$

其中Y为隶属度，S为标准值，X为样品实测值，A、B、C、D为产品级别。

参照SB109—83 全脂加糖羊奶粉理化卫生指标举例说明隶属度求算方法：

标准如表 3

表 3

指标/级别	A	B	C	D
水份(%)	≤2.50	≤2.75	≤3.00	≤3.25
溶解度(%)	≥99	≥98	≥97	≥96
杂质度(mg/kg)	≤6	≤12	≤16	≤20
细菌总数(个/g)	≤20,000	≤30,000	≤40,000	≤50,000

某种奶粉实测值如下：

项 目	水份(%)	溶解度(%)	杂质度(mg/kg)	细菌总数(个/g)
实 测 值	2.90	98.6	10.4	34,000

将标准及实测值代入隶属度函数通式可得：

隶属度/级别	A	B	C	D
项 目				
水 份	0	0.40	0.60	0
溶 解 度	0.60	0.40	0	0
杂 质 度	0.27	0.73	0	0
细菌总数	0	0.46	0.54	0

规定奶粉理化卫生指标各项权重为:

水份: 0.2 溶解度: 0.45 杂质度: 0.1
细菌总数: 0.25

各项指标隶属度乘以权重相加后可得奶粉理化卫生指标综合隶属度为(归一化后):

$$Y_A^{\text{理}} = 0.297 \quad Y_B^{\text{理}} = 0.448$$

$$Y_C^{\text{理}} = 0.255 \quad Y_D^{\text{理}} = 0$$

上述公式用于硬规定指标对各等级的隶属度计算可将产品按硬规定指标分等级。由于软规定指标分数受人为因素影响较大, 所以按平均分数, 加权平均分数, 评审集表^[2]等方法求得的分不能全面反映每个评委的意见(尤其当结果离散度很大时)。将此分数代入上述公式中求得的隶属度也就不能全面反映产品的综合感官质量等级。

三、模糊关系矩阵逻辑运算可得出产品综合感官质量等级的隶属度

文献^[3]采用模糊数学的关系矩阵逻辑运算方式可排除人为因素干扰, 全面反映每个评委的意见, 同时归一化后的综合评判结果 y 集合就是产品对各个分数段的隶属度。规定各个分数段的产品等级就可得到产品的综合感官质量等级的隶属度。另外, 此方法也可避免分数段划分过细的麻烦, 减少运算量。

现将模糊关系矩阵逻辑运算方法仍以上述羊奶粉质量评定为例说明。

(1) 设定奶粉评定论域:

$U = \{\text{滋味和气味}(U_1), \text{组织状态}(U_2), \text{冲调性}(U_3), \text{色泽}(U_4)\}$

评语论域:

$V = \{\text{A级}, \text{B级}, \text{C级}, \text{D级}\}$

其中 A 级(91~100), B 级(85~90), C 级(80~84), D 级(75~79)

权重集:

$x = \{0.60, 0.20, 0.10, 0.10\}$

即: 滋味和气味(0.60), 组织状态(0.20), 冲调性(0.10), 色泽(0.10)。

(2) 按10位评委对奶粉各项给分情况列表

如下:

指 标 \ 分 数 段	91~100	85~90	80~84	75~79
滋味和气味	0 (人)	4 (人)	5 (人)	1 (人)
组织状态	2	3	4	1
冲调性	2	4	4	0
色 泽	1	4	5	0

由上表可得模糊关系矩阵 R :

$$R = \begin{bmatrix} 0.0 & 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0 \end{bmatrix}$$

(3) 进行逻辑运算:

$$y = x \cdot R$$

$$= (0.60, 0.20, 0.10, 0.10) \cdot$$

$$\begin{bmatrix} 0.0 & 0.4 & 0.5 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0.0 \\ 0.1 & 0.4 & 0.5 & 0.0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \text{其中 } y_1 &= (0.60 \wedge 0.0) V (0.20 \wedge 0.20) V (0.10 \wedge 0.20) V (0.10 \wedge 0.10) \\ &= 0.0 V 0.20 V 0.10 V 0.10 \\ &= 0.20 \end{aligned}$$

同理 $y_2 = 0.40, y_3 = 0.50, y_4 = 0.10$

所以 $y = (0.20, 0.40, 0.50, 0.10)$

(4) 归一化后可得隶属度集:

$$Y = (0.17, 0.33, 0.42, 0.08)$$

即产品综合感官结果对 A、B、C、D 四个级别隶属度分别为:

$$Y_A^{\text{感}} = 0.17, Y_B^{\text{感}} = 0.33, Y_C^{\text{感}} = 0.42$$

$$Y_D^{\text{感}} = 0.08$$

四、食品综合等级的划分:

在第二、三部分讨论中, 分别采用隶属度函数及模糊数学关系矩阵逻辑运算法定量地计算出产品对食品软、硬性规定指标等级的隶属度。只要再分别给出软、硬性规定指标的权重, 就可计算出产品对各个等级的综合隶属

度,达到划分食品产品等级的目的。

以第二、三部分讨论的羊奶粉为例:

硬规定性指标权重定为 0.4,软规定性指标权重定为 0.6

则综合隶属度为:

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0.4 \times Y_{1理} + 0.6 \times Y_{1感} \\ &= 0.4 \times 0.297 + 0.6 \times 0.17 \\ &= 0.221 \end{aligned}$$

同理可求出:

$$Y_B = 0.377, Y_C = 0.354, Y_D = 0.032$$

所以该产品综合隶属度集为(归一化后):

$$Y = (0.225, 0.383, 0.360, 0.032)$$

按最大值原则,此产品应定为 B 级。

如果某个产品隶属度集中出现两个并列极大,如:

$$Y = (0.013, 0.440, 0.440, 0.107)$$

则看其次大峰方向,这个产品应定为 C 级。

通过产品隶属度集极大值和次大值的大小还可将产品在同一级别内排定名次。

如:

$$Y_1 = (0.110, 0.421, 0.302, 0.167)$$

$$Y_2 = (0.121, 0.421, 0.331, 0.127)$$

$$Y_3 = (0.103, 0.480, 0.257, 0.190)$$

则上面三个 B 级产品名次排序应为:

产品 3, 产品 2, 产品 1

五、结论

本文以加糖全脂羊奶粉的综合分等分级为例,说明了食品产品分等分级的方法。这种方法即可将对人体健康造成危害的产品(控制指标超标)列为等外品,又可利用模糊数学的先进手段定量地对感官指标项目进行评定,同时引入隶属度概念解决了过去产品评比过程中理化卫生指标检测 results 和感官指标评定分数之间难以有机地相结合的难题,从而可以全面地定量化对食品产品进行分等分级分数的评定,以促进我国质量控制方面向国际标准靠拢。同时此法还可用于产品评优时的评分工作,使产品评优时既可考虑理化卫生质量对总分的影响,又消除了感官评定工作中人为因素的干扰,使产品名次的排序更加合理。

参 考 资 料

- (1) 王化泉等 《食品科学》4, 21~23, 1987
- (2) 李有巨 《食品科学》4, 23~25, 1987
- (3) 吕志俭 《食品科学》3, 1~5, 1986

猪屠宰加工中烫毛温度的模糊综合评定

干尧根

一、引言

模糊数学于 60 年代美国控制专家 L. A. 扎德(zadeh) 首先提出^[1], 20 余年来迅速发展,并在许多生产领域中得到广泛应用。笔者尝试在食品加工过程中应用作一试探,不当之处,请有关专家指教。

在肉类加工工业宰猪生产过程中,除毛工序中需要用热水进行浸泡,使猪皮毛孔松开,使除毛容易。热水温度根据生产实践有一定范围。水温很低,达不到烫毛要求,即不能使猪

皮毛孔受热松开。达到某一水温,可以使毛孔松开,这是最低烫猪水温,但烫毛时间长,生产率低。若水温过高,毛孔胀结,猪毛毛根被涨结,难以除毛,甚至过烫,猪皮烫烂,俗称老烫,影响产品质量。所以烫猪温度有一定范围,即水温有下限和上限,因此烫猪温度是一个模糊数。决定烫毛的温度,还有许多影响因素,如烫毛时间,猪的品种,饲养条件,猪身大小,猪皮厚薄,生产季节,工人操作技术的熟练程度等等。这些因素都是模糊数,对烫毛的影响,在模糊集合中可以用隶属函数的值,