

应用多级模糊数学综合评价模型 对“食品厂卫生规范”实施状况进行评价及其比较研究

张志强¹ 王茂起¹ 尚文² 王政³ 邓峰⁴
蒋世理⁵ 魏仁均⁶ 陈群鸣⁷ 王加玮⁸

摘要 应用“多级模糊数学综合评价模型”对“食品厂卫生规范”实施状况进行评价,在不同地区的26家大、中、小型饮料、乳品、熟肉加工厂进行了现场研究和实际应用。并将此模型与其它方法的准确性和可操作性进行了比较研究。结果表明:该模型能客观、准确、快捷地对“规范”实施效果进行评价。而且,其准确性和可操作性优于其它方法。

关键词 食品厂卫生规范 模糊综合评价 比较评价

由于“食品厂卫生规范”(简称“规范”,下同)中所列要求几乎都未确定相应的量化指标。因此,在进行“规范”实施状况的考核评价时,常难以准确、客观地表述企业的“规范”实施状况。因而,迄今为止尚无统一和可行的评价方法。为此,我们应用多级模糊数学综合评价模型对“规范”实施效果进行评价,在不同地区进行了现场研究和实际应用,并与其它方法进行了比较研究。

1 对象和方法

1.1 对象

在上海、辽宁、四川、黑龙江等省市选

依据“规范”要求,将其分解为若干主题要求,称一级因素(P);每一主题要求所包括的分题要求称二级因素(T);分题要求中的单项要求称为三级因素(R)。如“肉类食品厂卫生规范”包括6个主题要求、27个分题要求、181个单项要求。即6个一级因素、27个二级因素,181个三级因素。(见表1)

1.2.2 各级因素权重值的确定

本研究采用集值统计法确定各因素的权重值。专家按“重要”、“较重要”、“一般重要”对每一单项要求就控制食品卫生质量的重要性进行选择回答,由此得出各单项要求每一评价结果的类计频次,最后得到

- | | |
|-----------------|----------|
| 1 卫生部食品卫生监督检验所 | (100021) |
| 2 西北电子工业大学 | (710001) |
| 3 辽宁省食品卫生监督检验所 | (110005) |
| 4 广东省食品卫生监督检验所 | (510300) |
| 5 成都市食品卫生监督检验所 | (610021) |
| 6 四川省食品卫生监督检验所 | (610031) |
| 7 上海市食品卫生监督检验所 | (200335) |
| 8 黑龙江省食品卫生监督检验所 | (150036) |

$$a_i = \frac{\sum_{j=1}^3 w_j \times q_{ji}}{\sum_{j=1}^{181} \sum_{i=1}^3 w_j \times q_{ji}} \quad (1)$$

其中, $q=1,2,\dots,n$ (n 为专家总数)

$i=1,2,\dots,m$ (m 为单项要求项目数)

$j=1,2,3$: 分别表示重要、较重要、一般重要

然后，逐次确定各级因素的权值。
1.2.3 多级模糊数学综合评价模型的建立

因素结合为: $V=〔V_1,V_2,...,V_m〕$ 共 m 个因素。

评语结合为: $U=〔U_1,U_2,...,U_5〕=〔好, 较好, 中, 较差, 差〕$, 共 5 个等级。

模糊关系矩阵或综合评判变换矩阵

$$R= \begin{vmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ R_m \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} r_{11},r_{12},...,r_{1m} \\ r_{21},r_{22},...,r_{2m} \\ \vdots \\ \vdots \\ r_{m1},r_{m2},...,r_{mm} \end{vmatrix} \tag{2}$$

各级综合评价模型的建立
 采用的复合矩阵算子 ($\cdot \odot$) 为普通矩阵乘法与加法，应用模糊矩阵运算，得到各级综合评判模型。

初级综合评判模型 (对三级因素进行评判)

$$S_i = B_i \cdot R_i$$

在初级综合评判的基础上，进行类间的高层次的综合，得出二级及一级的评判矩阵，这样就得出了多层次综合评价模型。

二级综合评价模型 (对二级因素进行评判)

$$T_i = C_i \cdot S_i$$

三级综合评判模型 (对一级因素进行评判)

$$P_i = D_i \cdot T_i$$

$$=(d_{i1},d_{i2},...,d_{iy}). \begin{vmatrix} T_{i1} \\ T_{i2} \\ T_{i3} \\ \vdots \\ \end{vmatrix} \tag{3}$$

通过分段使用各级评价模型，可评价“规范”中不同项目或不同分 (主) 题内容的实施状况。

评价结果的表示
 根据最大隶属度原则，其综合评价结果可以两种方式表示:

分级表示 (Level):

$$P_i = \text{Max}(U_1,U_2,U_3,U_4,U_5)$$

$$= \text{Max}(\text{好, 较好, 中, 较差, 差})$$

当 $P_i=P_j$ 时，即表示“规范”实施效果为“较好”。

符合度表示 (Score): $P_i = U \cdot E_i$

令 $E=(E_1,E_2,...E_m),m$ 为等价个数，称 E 为评语等级的数值行向量。可定: (100 ~ 90 分) = “好”，(89 ~ 80 分) = “较好”，(79 ~ 70 分) = “中”，(69 ~ 60 分) = “较差”，(59 ~ 0 分) = “差”

取各档中值，形成评语等级评分行向量: $E=(95,85,75,65,29)$ 则:

$$P_i = U \cdot E_i$$

$$=(U_1,U_2,U_3,U_4,U_5) \cdot \begin{vmatrix} 95 \\ 85 \\ 75 \\ 65 \\ 29 \end{vmatrix}$$

微机程序化计算
 以上权数和评价模型的整个运算过程均由微机程序完成。

2 结果
2.1 “规范”评价项目权值的确定
 将饮料、乳品、熟肉加工厂卫生规范的《“规范”评价项目重要性评估表》发送有关专家进行评估。共收回评估表 97 份，其中，饮料 29 份，乳品 40 份，肉类加工 28 份。按式 (1) 和式 (2) 计算，权值确定结果见表 1

范”实施状况的评价（见表2）。

表1 肉类加工厂卫生规范评价项目及权值

主题要求 及权值 % (一级因素)	分题要求 及权值 % (二级因素)	单 项 要 求 及 权 值 %		评 语				
		(三级因素)		好	较好	中	较差	差
工厂设计与设施 14.54	选址 10.97	1	工厂建在地势较高、干燥的地方	13.88				
		2	工厂水源充足	22.99				
		3	工厂交通方便	11.93				
		4	工厂周围有污染源	20.17				
		5	工厂的污水便于排放	18.66				
		6	工厂建在城镇的地点适当	12.36				
厂区和道路 10.13	厂区绿化 10.13	7	厂区绿化	13.80				
		8	主要路面坚硬	17.18				
		9	路面平坦、无积水	16.12				
		10	有良好的给排水系统	29.01				
		11	有臭水沟、垃圾堆或其他有碍卫生的场所	23.38				
	布局 12.33	12	生产作业区与生活区分开设置	11.13				
		13	运送活畜与成品出厂共用一个门、一条通道	10.52				
		14	原料、辅料、生肉、熟肉和成品的存放场所分开设置	12.44				
		15	各生产车间的设置位置符合卫生要求	10.75				
		16	各生产车间的工业流程符合卫生要求	12.22				
		17	联合加工厂的生产车间按饲养、屠宰、分割、加工、冷藏的顺序合理设置	11.54				
		18	化制间、锅炉房、贮煤场所、污水与污物处理设施与肉制品车间隔一定距离	10.07				
		19	化制间、锅炉房、贮煤场所、污水与污物处理设施位于主风向向下风处	8.94				
		20	锅炉房设有消烟除尘设施	6.79				
		21	生产冷库与肉制品车间直接相连	6.90				
厂房与设施 9.79		22	厂房与设施结构合理、坚固、便于清洗消毒	5.97				
		23	厂房与设施与生产能力相适应	5.97				
		24	厂房高度能满足生产作业、设备安装维修、采光与通风的需要	4.58				
		25	设有防蚊、蝇、鼠及其他害虫侵入或隐匿的设施	6.25				
		26	有防烟雾、灰尘的设施	4.24				
		27	厂房地面使用防水、防滑、不吸潮、可冲洗、耐腐蚀、无毒的材料	6.11				
		28	厂房地面坡度为1%~2%	4.58				
		29	地面的表面是否有裂缝、局部是否积水	4.58				
		30	地面易于清洗、消毒	5.07				
		31	明地沟呈弧形	4.24				
		32	排水口设网罩	4.65				
		33	厂房墙壁与墙柱使用防水、不吸潮、可冲洗、无毒、淡色的材料	5.07				
		34	墙裙贴或涂刷不低于2m的浅色瓷砖或涂料	5.28				
		35	顶角、墙角、地角呈弧形	3.54				
		36	天花板表面涂层光滑、不易脱落	4.79				
		37	门窗使用不变形的材料制作，装配是否严密	3.96				
		38	所有门窗及其他开口安装了易于清洗和拆卸的纱门、纱窗或压缩空气幕	4.10				
		39	纱门、纱窗或压缩空气幕经常维修、保持清洁	3.82				
		40	门窗台下留15mm或采用无窗台结构	3.26				
		41	厂房楼梯及其他辅助设施便于清洗、消毒	3.61				
		42	所有冷库（包括冷藏室）装有温度自动记录仪或温度湿度计	6.32				

表2 多级模糊数学综合评价结果及其比较

序号	饮料厂		乳品厂		熟肉加工厂	
	符合度	评语	符合度	评语	符合度	评语
1	85	较好	79	中	64	较差
2	88	较好	81	较好	68	较差
3	91	好	83	较好	82	较好
4	93	好	86	较好	82	较好
5	96	好	90	好	82	较好
6			91	好	84	较好
7					84	较好
8					87	较好

15					94	好
平均	91	好	85	较好	84	较好

由表中结果可见,本法既可以定量地表述企业的“规范”实施状况与“规范”的符合程度,即“符合度”,也可以定性地将企业的“规范”实施状况划分为不同的等级(好,中,差),即“评语”。还可通过企业各自的“规范”符合度进行相互比较。因此,该评价模型可以更确切和客观地进行“规范”实施状况的评价和相互比较。

3 多级模糊数学综合评价模型与其它方法的比较研究

本研究对“多级模糊数学综合评价模型”与“打分法”和“‘是/否’评价法”〔3〕两种方法进行了比较研究。

3.1 比较研究的原理与方法

因各食品厂采用不同评价方法所获得的“规范”实施状况的评价结果进行直线回归分析。回

归系数大者,则该评价方法能更好地反应“规范”的实施状况,反之亦然。结果见表3。

不同评价方法的现场评价
表3 结果与食品出厂菌落总数比较

工厂 序号	评价结果			菌落总数 均值 个/mg
	百分 合格率法	加权 评分法	模糊 评价法	
1	88	89	84	6550
2	85	86	87	7160

3	80	81	91	1045
10	73	75	88	2325
11	96	96	92	230
12	89	91	94	17
13	85	86	91	418
14	77	79	82	8425
15	71	74	82	8160
16	87	88		7800
17	79	80		5342

直线回归系数	-0.49	-0.50	-0.843
P _值	<0.1	<0.05	<0.001

表4 不同评价方法的可接受性比较

比较因素	百分 合格率法	加权 评分法	模糊 评价法
	百分 合格率法	加权 评分法	模糊 评价法
1. 何种方法更容易进行评价?	7	8	7
2. 何种方法更能反应“规范” 实施现状?	7	7	8
3. 何种方法更省时?	8	4	10
4. 希望用何种方法进行评价?	4	7	11

员在使用不同的方法进行现场评价后,回答问卷中各项问题(见表4)。问卷得分高者,

则该方法比较容易为食品卫生监督员所接受和掌握,反之亦然。结果见表4。

综合比较

以秩和检验法对评价方法的准确性和可操作性比较研究结果进行综合评价,并由此确定何种方法最佳。结果见表5。

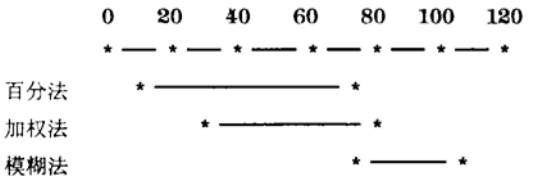
由表5结果可见,百分合格率法、加权评分法和模糊评价法的“规范”评价结果与食品出厂时菌落总数的回归系数依次增大,

即评价方法与菌落总数之间的依存关系以模糊评价法为最高 ($R=-0.843,P<0.001$),百分合格率法最差 ($R=-0.49,P>0.05$)。可以认为,以模糊评价法的准确性最好,加权评分法次之,而百分合格率法最差。

依表5结果可见,模糊评价法的累计得分明显地高于其它两种方法。即模糊评价法更能被食监人员所接受。

表5 不同评价方法综合比较结果的秩和检验分析

评价方法	直线回归系数 绝对值·(R)	主观比较得分 (T)	RSRw	Y	Y的95%CL
百分法	0.470(1)	26(1.5)	0.4176	40.20	17.28 ~ 63.12
加权法	0.504(2)	26(1.5)	0.5833	49.80	26.88 ~ 72.77
模糊法	0.843(3)	36	1.0000	90.00	67.80 ~ 112.92



秩和检验法对“规范”达标状况不同评价方法的准确性和可操作性综合性比较研究的结果表明 (见表4): 模糊评价法明显地优于加权评分法和百分合格率法。

4 讨论

4.1 由于“规范”是对食品生产条件、方法、管理等方面的行为要求,所以几乎所有的“规范”要求都是定性标准。评价时,常常出现判断方式和评价结果的不确定性和不精确性。因此采用模糊数学评价模型对“规范”的实施效果进行评价,能较大程度地消除和克服这种不确定性和不精确性。该模型能对“规范”的实施效果进行较为客观和准确的评价。

4.2 按照多级模糊数学综合评价模型的基本原理,该模型以“规范”每一项目对控制食品污染发生发展的重要性大小,确定其权值 (或曰控制食品污染发生发展的贡献值)。克服了机械地对“规范”每一项目进行等同

评价的片面性和局限性。所以,该模型能准确和客观地反应“规范”的实施效果。

4.3 “规范”内容庞大,结构复杂,一般包括近十个主题要求,数十个分题要求,上百乃至数百个单项要求。所以,该模型形成了“规范”实施效果的综合性评价系统。

4.4 以多级模糊数学综合评价模型进行评价时,食监人员以评语“好、中、差”对“规范”实施效果进行描述。这种评价方式与人们对事物的习惯性评价方式极为相符。所以,该模型的现场评价方法较容易接受和掌握。

4.5 多级模糊数学综合评价模型所采用的模糊集合理论和数学模型,在理论体系上是严密的。而且,整个运算过程可通过微机完成。所以,该模型的评价结果是可靠的,评价过程也是快捷的。

4.6 多级模糊数学综合评价模型的另一个重要功能就是能以“量化”方式描述定性标准的符合情况,它克服了“规范”评价结果不能定量描述的困难。这种“量化”的评价结果不但更为科学地反应了企业的“规范”实施效果,而且还能对企业的“规范”实施效果进行自身或相互间比较。

4.7 因为可在全国范围内广泛地通过专家评估方式确定“规范”项目的权值,所以以此

种方式确定的权值具有较高的代表性，它消除了因不同地区、不同层次、不同行业的专家对“规范”所产生的认识差异。

通过本项研究，我们认为，多级模糊数学综合评价模型能客观、准确、快捷地对“规范”实施效果进行评价，值得进一步探讨和研究。

奶片卫生质量调查总结

马呈珠 戚瑞玲 李泽国 孙效辉
杜淑兰 庄桂东 李文 李娟

奶片，做为一种新兴的高营养小食品问世以来，受到了我国众多儿童的偏爱。为了解本省奶片卫生质量状况，我们对省产部分奶片进行了卫生质量调查，现将结果总结如下。

1 材料与方法

1.1 材料 20件奶片分别来自本省文登乳制食品厂、龙口乳品厂和荏平食品厂三家，均属抽检。

1.2 检验方法 感官检查：包括形态、色泽、溢气味、杂质等；微生物指标按 GB 4789 方法进行；理化指标按 GB 5009 方法进行。

2 结果与讨论

感官检查 所检查样品均表面光滑，块形完整，边缘整齐，无杂质，色泽红、黄、绿及咖啡色，具奶片清香味，甜度适中，果味奶片有相应果味。

微生物指标 结果见表 1。

理化指标 结果见表 2。

在微生物指标中，细菌总数合格率为 70%，其中小于 1 万 /g 的占 70%，有 5 件超过 5 万 /g，均为加有果料者，推断超标原因可能是果料（山楂、可可、薄荷粉）本身污染所致。大肠菌群合格率 80%，超标 4 件为果料奶片，原因如上述。致病菌均未检查。

理化指标中，水分偏高为 20%，这与样品多为一个多月前生产加之包装密封性较差有关，通过调节有关环节湿度及

5 参考文献

1 汪培庄，等，模糊数学实用集粹，北京：中国建筑工业出版社，1991,439
2 杨树勤，等，卫生统计学，第 2 版，北京：人民卫生出版社，1986,93、103
3 郭栴懿，等，食品卫生监督员工作规范，北京：人民卫生出版社，1988,188

山东省卫生防疫站 (250014)

改进包装可达标。脂肪合格率为 93.75%。蛋白质合格率为 55%，适当提高脱脂奶粉的使用比例可使蛋白质含量提高。蔗糖合格率为 80%，4 件超标者范围在 69.20% ~ 75.60%，属以糖代奶，掺假严重。硝酸盐合格率 70%，正常奶粉中不应检出硝酸盐，根据全省奶粉调查，分析可能是奶粉原料中掺加了硝酸铵化肥。如此伪劣“奶片”应予取缔。亚硝酸盐合格率 100%，重金属铅、铜合格率均 100%。

表 1 20 件奶片细菌指标检验结果				
项 目	范 围	标准草案	合格 件数	合格率 %
细菌总数 (个/g)	$9.0 \times 10 \sim 9.1 \times 10^4$	$< 3.0 \times 10^4$	14	70.00
大肠菌群 (个/100g)	$< 3.0 \times 10 \sim 2.3 \times 10^2$	$< 4.0 \times 10$	16	80.00
致 病 菌	未检出	不得检出	20	100.00

表 2 奶片理化指标检验结果					%
项 目	件数	范围	标准草案	合格 件数	合格率
水 分	20	1.68 ~ 5.84	< 5	4	20.00
脂 肪	16	4.93 ~ 10.91	> 5	15	93.75
蛋 质	20	4.90 ~ 16.29	> 15	11	55.00
蔗 糖	20	17.66 ~ 75.60	< 30	16	80.00