

文章编号: 1004-7271(2001)03-0257-07

鱼露质量模糊综合评价方法的建立

张雪花¹, 任明荣², 齐凤兰¹, 陈舜胜¹, 沙荣方², 陈有容¹

(1. 上海水产大学食品学院, 上海 200090; 2. 上海水产大学人文与基础学院, 上海 200090)

摘要:根据层次分析法和模糊数学的相关理论,建立了鱼露质量的模糊综合评价方法。利用两两比较法得到鱼露质量评价中感官评价、氨基氮、总氮、比重、T-VBN、食盐、红色指数、总酸度等指标重要性的评判矩阵,再利用加权几何平均综合排序向量法,由评判矩阵计算各指标的权重,得到各指标在鱼露总体评价中的权重W分别为0.356,0.189,0.107,0.054,0.097,0.063,0.061,0.073。定义上述各指标的单因素隶属函数之后,利用这些函数将样本个体的各项指标模糊化后得到模糊矩阵R。由 $B=W \cdot R$ 得到各鱼露的累加加权隶属度B即综合评价结果。并利用此模糊综合评价方法对一组鱼露的质量进行综合评价。

关键词:鱼露质量;层次分析;隶属函数;综合评价

中图分类号:S911 文献标识码:A

Establishment of fuzzy comprehensive evaluation for fish sauce quality

ZHANG Xue-hua, REN Ming-rong, QI Feng-lan, CHEN Shun-sheng, SHA Rong-fang, CHEN You-rong

(1. College of Food Science, SFU, Shanghai 200090, China; 2. College of the Humanities and Basic Science, SFU, Shanghai 200090, China)

Abstract: On the basis of the theory of analytic hierarchy process and fuzzy mathematics, the method of fuzzy comprehensive evaluation for fish sauce quality was established. The reciprocal comparison between different indexes, which were sensory evaluation, amino nitrogen, total nitrogen, specific gravity, T-VBN, salt concentration, red index and acidity, was used to obtain the judge matrixes about the importance of every index during the evaluation of fish sauce quality. The weights (W) of these indexes, 0.356, 0.189, 0.107, 0.054, 0.097, 0.063, 0.061, 0.073 sequentially, were the weighting geometric means of feature vectors from the judge matrixes. After the definition of the fuzzy function the fuzzy matrix (R) could be obtained. The accumulation of the weighting fuzzy degree of every index in different fish sauce, which was the result of fuzzy comprehensive evaluation of fish sauce quality, equaled the weights multiplying the fuzzy matrix. Meanwhile an example for the utilization of fish fuzzy comprehensive evaluation was given.

Key words: fish sauce quality; analytic hierarchy process; fuzzy function; comprehensive evaluation

对鱼露质量进行评价的过程中主要的评价指标有感官评价、氨基酸态氮、总氮、挥发性盐基氮(T-VBN)、食盐含量、红色指数等多个指标。针对不同的评价指标,同一种鱼露表现出不同的优缺点。以任何单一指标为依据评价鱼露质量,都具有一定的片面性,造成顾此失彼,难以选择出真正优质鱼露。为了实现从多个角度、较全面地评价鱼露的综合质量,本文根据层次分析法的理论确定与鱼露质量关系密

收稿日期:2001-04-23

第一作者:张雪花(1975-),女,江苏徐州人,上海水产大学2001届硕士研究生,专业方向为发酵工程。

切的8个指标在总评价中的权重并根据模糊综合评价方法建立了鱼露质量的综合评价方法。

1 相关理论

1.1 综合评价的步骤

首先对鱼露质量各相关指标进行单因素评价。各指标通过隶属函数进行模糊化处理,得到单因素评判的模糊矩阵R;然后确定各指标在总的评价中的权重 $W = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)$;最后,进行综合评价,由W与R求综合评价结果B,其中 $B = W \cdot R^{[1]}$ 。

1.2 利用层次分析法确定指标的权重

为得到科学、合理的权重,请多个专家对总评价中各指标的重要性进行判断。得到多个评判矩阵,对应于评判矩阵最大特征根的特征向量归一化后作为各指标的权向量^[2]。本文利用加权几何平均综合排序向量法计算各因素的权重,方法如下:

设有s个专家,评判矩阵分别为 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_k, \dots, A_s$, 其中 $A_k(a_{ijk}) K = 1, 2, 3, \dots, s$ 。分别求出s个评判矩阵的特征向量 $W_k = (W_{1k}, W_{2k}, \dots, W_{ik}, \dots, W_{nk})^T$, 其中n为因素数。s个特征向量中各个分量 $W_{1k}, W_{2k}, \dots, W_{nk}$ 的加权几何平均数 W_1, W_2, \dots, W_n , 构成综合排列序向量 $W = (W_1, W_2, \dots, W_n)^T$, W即为各因素的权重向量^[3]。

$$W_j = W_j' / \sum_{i=1}^n W_j' \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$W_j = (W_{j1} \cdot W_{j2} \cdot \dots \cdot W_{js})^{1/s}$$

1.2.1 评判矩阵的获得

通过两两比较法可得到各因素重要性的评判矩阵。利用两两比较法的反复回答:针对某个准则,两个因素哪个重要及重要程度,并按1~9的比例标度赋值。1~9的含义见表1。例如认为A指标比B指标明显重要,它们的重要性之比的标度应取为5,而B比A的比例标度应取为1/5。n个因素经两两比较后可得到一个评判矩阵 $A = (a_{ij})_{n \times n}$, 其中 a_{ij} 是重要性比例标度。

表1 1-9标度的含义

Tab.1 The signification of 1-9 standards

标度	含 义
1	表示两个元素相比,具有同样重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2,4,6,8	表示上述判断的中间值

事实上为了得到各因素重要性的排序,所有因素都与其中某一因素相比,只需n-1次比较即可获得排序向量。但考虑到这种方法中任何一个错误判断都会导致一个不合理排序。两两比较法中,人们从不同角度通过 $[n \cdot (n-1)]/2$ 次的反复比较得到个别判断失误较低的、能较合理地反映决策者判断的排序^[3]。

1.2.2 由评判矩阵计算权重

层次分析法中广泛应用的计算权重方法是特征根法。评判矩阵A的特征根 A_k 的特征向量 $W_{ik} = \lambda_{max} W_{ik}$, 这里 λ_{max} 是 A_k 的最大特征根, W_{ik} 是最大特征根对应的特征向量。所有 W_{ik} 中每个分量的加权几何平均数就是各因素的权重。

1.2.3 评判矩阵的一致性检验

评判矩阵通常不是一致阵,但是为了能用它的对应特征根的特征向量作为被比较因素的权向量,其不一致程度应在容许范围内。评判矩阵的一致性检验步骤如下^[2,3]:

第一步 计算一致性指标 C.I.(consistency index)

$$C.I. = [\lambda_{max} - n] / [n - 1]$$

第二步 查找相应的平均随机一致性指标 R.I.(random index)

矩阵阶数为8的 R.I. = 1.41

第三步 计算一致性比例 C.R. (consistency ratio)

$$C.R. = C.I./R.I.$$

1.4 计算中 Mathematica 的运用

用定义计算矩阵的特征及特征向量相当麻烦,尤其是在阶数较多的情况下。本文在计算评判矩阵的特征根及特征向量时,运用目前广泛流行的数学工具软件 Mathematica 对数据计算和处理。主要用到的函数^[4]如下:

第一步:建立矩阵 $In[1] = m = \{ \{A_{11}, a_{12}, \dots, a_{1n}\}, \{a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2n}\}, \dots, \{a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}\} \}$

第二步:评判矩阵输入后,需求出表达式的值 $In[2] = n = N[m]$

第三步:求出第 n 个评判矩阵的特征值 $In[3] = Eigenvalues[n][[1]]$ 与特征向量 $In[4] = Eigenvectors[n][[1]]$

第四步:为计算 $W_j' = (W_{j1} \cdot W_{j2} \cdot \dots \cdot W_{jn})^{1/n}$, 挑出特征向量构成的矩阵的第 i 列 $In[5] = p = Map[\# [[i]] \&, m]$, 求积、再乘方即得到 W_j' 。 Σ 为乘方运算符,如 $In[6] = p^0.05556$ 。

2 鱼露质量指标的确定

在鱼露质量多项理化的指标中,氨基氮与总氮是鱼露质量、营养价值的重要指标;鱼露比重大小意味着干固物质含量;也反映质地优劣与外观浓厚程度;鱼露中挥发性盐基氮的蛋白质分解产生的氨以及胺类等碱性含氮物质,是水产品鲜度的主要指标;鱼露中氯化钠太少起不到调味,保藏的作用,若太多则吃起来太咸且不利于人体健康;鱼露的红色指数反映颜色的深浅;有机酸会赋予鱼露综合滋味。氨基氮、总氮、比重、挥发性盐基氮、食盐含量、红色指数和总酸这 7 个指标都是反映鱼露质量的重要理化指标。感官评价结果是食品质量评价是必不可少的部分。因此选择感官评价、氨基氮、总氮、比重、挥发性盐基氮、食盐、红色指数、总酸做为反映鱼露质量的指标集。

3 鱼露各指标的模糊矩阵的确定

由感官评价、氨基氮、总氮、比重、挥发性盐基氮、食盐、红色指数、总酸构成指标集 $U = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8\}$, 根据各项指标的特性及其对鱼露的影响和相关专业标准中的规定,确定各指标的隶属函数见附录 1。通过隶属函数将各项指标模糊化后,得到各单因素的隶属函数值构成模糊矩阵 R 。完成综合评价第一步。

4 确定鱼露质量各因素的权重

4.1 鱼露各指标评判矩阵的确定

请 20 个专家对反映鱼露质量的 8 个指标进行两两比较,例如其中一位专家的评判结果见表 2。所有专家的评判结果中各指标的比例标度构成 20 个 8×8 评判矩阵,一致性较高的 18 个评判矩阵见附录 2。

表 2 鱼露质量的各指标重要性的比较表

Tab.2 The table for comparing the importance of fish sauce quality indexes

指 标	感官评价	氨基氮	总氮	比重	T-VBN	食盐	红色指数	总酸
感官评价	1	1	2	3	3	3	2	5
氨基氮	1	1	2	3	3	3	2	5
总氮	1/2	1/2	1	2	2	2	1	3
比重	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1/2	2
T-VBN	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1/3	2
食盐	1/3	1/3	1/2	1	1	1	1/3	2
红色指数	1/2	1/2	1	2	3	3	1	2
总酸	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1/2	1/2	1

各个评判矩阵最大特征根对应的特征向量见附录3,最大特征值如下: $\lambda_{max} = 8.882, 8.932, 8.842, 8.254, 8.894, 8.279, 8.888, 8.801, 8.734, 8.110, 8.987, 8.396, 8.496, 8.774, 8.632, 8.896, 9.031, 8.596$ 。对各评判矩阵进行一致性检验,一致性比例如下: $C.R = 0.086, 0.091, 0.082, 0.025, 0.087, 0.027, 0.086, 0.078, 0.072, 0.011, 0.097, 0.039, 0.049, 0.076, 0.062, 0.088, 0.100, 0.058$ 。这18个对鱼露质量指标重要性比较的评判矩阵的一致性比例C.R.都不大于0.1,因此一致性可以接受。

4.2 鱼露质量各指标排序向量的确定

由各评判矩阵的最大特征根对应的特征向量得到鱼露质量各指标的综合排序向量如下:

$$W_j' = 0.706, 0.375, 0.212, 0.107, 0.193, 0.126, 0.121, 0.145$$

$$\sum_{j=1}^8 W_j' = 1.985$$

$$W = 0.356, 0.189, 0.107, 0.054, 0.097, 0.063, 0.061, 0.073$$

即鱼露质量的各指标感官评价、氨基氮、总氮、比重、挥发性盐基氮、食盐、红色指数和总酸在鱼露质量综合评判中的权重W依次为0.356、0.189、0.107、0.054、0.097、0.063、0.061和0.073。完成了模糊综合评判的第二步。

5 鱼露质量综合评价方法的应用

下面将上述的模糊综合评价方法举例进行说明。现有9种鱼露的感官评价、氨基氮、总氮、比重、T-VBN、食盐、红色指数、总酸度的情况见表3。

表3 鱼露质量各指标表

Tab.3 The quantity of fish sauce indexes

质量指标	样品号								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
感官评价	3	2.9	1.95	3.7	3.15	3.3	3.4	3.5	3.2
氨基氮(g/100ml)	1.12	0.86	0.84	0.72	0.78	1.03	0.78	1.35	1.42
总氮(g/100ml)	1.81	1.64	1.71	1.56	1.68	1.9	1.64	2.72	2.68
比重	1.16	1.15	1.19	1.13	1.18	1.12	1.21	1.2	1.21
T-VBN(g/100ml)	1.17	1.57	1.23	1.09	1.29	1.74	1.48	2.19	22.4
食盐(g/100ml)	15.6	18	24.7	16.4	23.5	13.5	23.8	20.5	26.1
红色指数	2.94	3.65	2.55	3.8	4	3.87	3.68	3.66	3.84
总酸(g/100ml)	2.35	1.81	1.39	1.55	1.39	1.3	1.26	1.89	1.72

利用各单因素隶属函数分别将表3中的各项指标模糊化后得到单因素隶属函数值 y_1, y_2, \dots, y_8 , 构成模糊矩阵R。利用模糊矩阵R及各指标的权重 $W = 0.356, 0.189, 0.107, 0.054, 0.097, 0.063, 0.061$ 和 0.073 , 求累加加权隶属度 $B = W \cdot R$ 即综合评价结果(见表4)。求综合评价结果时,由于因素较多,如果利用 $B = W \cdot R, b_j = \sum (a_i \cdot r_{ij})$ 将会丢失很多信息,所以用普通矩阵的乘法运算求模糊综合评价结果B。

表4 模糊矩阵及综合评价

Tab.4 The fuzzy matrix and the results of comprehensive survey

样品号	单因素隶属函数值								累加加权隶属度
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8	
1	0.50	0.706	0.233	0.680	0.977	0.868	0.027	0.739	0.578
2	0.405	0.102	0.121	0.500	0.692	0.633	0.830	0.230	0.378
3	0.000	0.078	0.163	0.980	0.958	0.017	0.087	0.022	0.186
4	0.955	0.002	0.081	0.180	0.994	0.802	0.944	0.076	0.569
5	0.639	0.026	0.144	0.920	0.933	0.064	1.000	0.022	0.455
6	0.755	0.436	0.306	0.080	0.462	0.977	0.976	0.006	0.555
7	0.820	0.026	0.121	1.000	0.816	0.049	0.858	0.002	0.498
8	0.875	0.990	0.996	1.000	0.077	0.309	0.839	0.294	0.758
9	0.719	1.000	0.991	1.000	0.054	0.000	0.964	0.167	0.680

从累加加权隶属度来看,样品 8 的累加加权隶属度最大,综合质量最好;样品 3 的累加加权隶属度最小,综合质量最差。可以根据累加加权隶属度的大小对所有样品综合质量的优劣进行排序。

6 结论

综上所述,利用层次分析法所确定的鱼露质量综合评价中 8 个相关指标即感官评价、氨基氮、总氮、比重、T-VBN、食盐、红色指数、总酸度的权重 W 依次为 0.356, 0.189, 0.107, 0.054, 0.097, 0.063, 0.061, 0.073。通过隶属函数对各指标模糊化处理后得到的单因素隶属函数值构成模糊矩阵 R 。累加加权隶属度 $B = W \cdot R$ 就是对鱼露质量进行模糊综合评价的结果。

这种模糊综合评价方法将鱼露的多种理化指标及感官评价相结合,克服了单一指标为依据评价鱼露质量的片面性,能较全面地反映鱼露的综合质量。而且通过模糊综合评价能得到数量化的评价结果,此结果的可靠性高,可作为选择新产品或新工艺的依据,将具有广泛的应用范围。

参考文献:

- [1] 刘魁英. 食品研究与数据分析[M]. 北京:中国轻工业出版社,1998.47~48.
- [2] 姜启源. 数学模型(第二版)[M]. 北京:高等教育出版社,1999.309,311~313.
- [3] 李树柏. 层次分析法引论[M]. 北京:中国人民大学出版社,1989.247,9~10,21~25,13~14.
- [4] 婁万峰,郑宏兴,张子瑜. Mathematica 3.0 软件使用指南[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1999.102~107.

附录 1 各质量指标的隶属函数

Appendix 1 The fuzzy function of every index

$$y_1 = \begin{cases} 0 & x < 2 \\ (X-2)^2/2 & 2 \leq x < 3 \\ 1 - (x-4)^2/2 & 3 \leq x < 4 \\ 1 & x \geq 4 \end{cases} \quad y_2 = \begin{cases} 0 & x < 0.7 \\ 4(x-0.7)^2 & 0.7 \leq x < 1.1 \\ 1 - 4(x-1.4)^2 & 1.1 \leq x < 1.4 \\ 1 & x \geq 1.4 \end{cases}$$

$$y_3 = \begin{cases} 0 & x < 1.2 \\ 5(x-1.2)^2/8 & 1.2 \leq x < 2.4 \\ 1 - 5(x-2.8)^2/8 & 2.4 \leq x < 2.8 \\ 1 & x \geq 2.8 \end{cases} \quad y_4 = \begin{cases} 0 & x < 1.1 \\ 200(x-1.1)^2 & 1.1 \leq x < 1.15 \\ 1 - 200(x-1.2)^2 & 1.15 \leq x < 1.20 \\ 1 & x \geq 1.2 \end{cases}$$

$$y_5 = \begin{cases} 0 & x > 2.5 \\ 0.8(x-2.5)^2 & 1.5 < x \leq 2.5 \\ 1 - 0.8(x-1)^2 & 1.5 \leq x < 1 \\ 1 & x \leq 1 \end{cases} \quad y_6 = \begin{cases} 0 & x > 26 \\ (x-26)^2/98 & 119 < x \leq 26 \\ 1 - (x-12)^2/98 & 12 \leq x < 19 \\ 1 & x \leq 12 \end{cases}$$

$$y_7 = \begin{cases} 0 & x < 2.8 \\ 25(x-2.8)^2/18 & 2.8 \leq x < 3.4 \\ 1 - 25(x-4)^2/18 & 3.4 \leq x < 4 \\ 1 & x \geq 4 \end{cases} \quad y_8 = \begin{cases} 0 & x < 1.2 \\ 50(x-1.2)^2/81 & 1.2 \leq x < 2.1 \\ 1 - 50(x-3)^2/81 & 2.1 \leq x < 3 \\ 1 & x \geq 3 \end{cases}$$

附录2 评判矩阵

Appendix 2 The fuzzy matrix

1,5,8,9,4,5,6,5	1,2,9,7,5,7,9,9	1,3,5,9,5,5,5
0.2,1,6,8,2,6,4,5	0.33,1,5,3,3,5,3,7	0.33,1,3,9,9,7,7,7
0.125,0.17,1,3,0.2,1,2,0.5	0.11,0.2,1,1,0.33,0,2,1,3	0.2,0.33,1,9,9,5,5,3
0.11,0.125,0.33,1,0.17,0.5,1,0.5	0.14,0.333,1,1,0.33,0,2,0.33,0.33	0.11,0.11,0.11,1,1,0.33,0.33,0.2
0.25,0.5,5,6,1,5,6,4	0.2,0.33,3,3,1,1,3,3	0.11,0.11,0.11,1,1,0.33,0.33,0.2
0.2,0.17,1,2,0.2,1,2,0.5	0.14,0.2,5,5,1,1,3,3	0.2,0.14,0.2,3,3,1,1,0.33
0.17,0.25,0.5,1,0.17,0.5,1,0.33	0.11,0.33,1,3,0.33,0.33,1,0.33	0.2,0.14,0.2,3,3,1,1,3
0.2,0.2,2,2,0.25,2,3,1	0.11,0.14,0.33,0.33,0.33,3,1	0.2,0.14,0.33,5,5,3,0.33,1
1,5,5,7,5,7,9,9	1,3,5,5,3,3,5,3	1,3,5,5,7,7,1
0.2,1,5,7,3,9,9	0.33,1,3,3,1,1,5,1	0.33,1,3,3,3,5,5,0.33
0.2,0.2,1,3,0.33,3,3,1	0.2,0.33,1,2,0.33,1,5,1	0.2,0.33,1,1,1,5,5,0.2
0.14,0.14,0.33,1,0.33,1,3,3	0.2,0.33,1,0.25,0.25,1,1	0.2,0.33,1,1,5,5,0.2
0.2,0.33,3,3,1,3,5,5	0.33,1,3,4,1,1,3,1	0.2,0.33,1,1,1,5,5,0.2
0.14,0.14,0.33,1,0.33,1,3,3	0.33,1,1,4,1,1,1,1	0.14,0.2,0.2,0.2,0.2,1,1,0.142
0.11,0.11,0.33,0.33,0.2,0.33,1,1	0.2,0.2,0.2,1,0.33,1,1,0.33	0.14,0.2,0.2,0.2,0.2,1,1,0.14
0.11,0.11,1,0.33,0.2,0.33,1,1	0.33,1,1,1,1,1,3,1	1,3,5,5,7,7,1
1,3,3,3,5,5,7,3	1,5,5,6,5,5,5,5,5	1,7,5,9,3,9,7,5
0.33,1,1,1,3,5,7,3	0.2,1,3,5,3,3,5,3	0.14,1,1,1, - .14,3,1,0.33
0.33,1,1,3,3,7,5,1	0.2,0.33,1,3,1,1,3,3	0.2,1,1,3,0,2,3,1,0.33
0.33,1,0.33,1,1,1,3,0.5	0.17,0.2,0.33,1,0.2,1,3,0.33	0.11,1,0.33,1,0.33,0.33,0.33,0.33
0.2,0.33,0.33,1,1,5,5,0.5	0.2,0.33,1,5,1,3,5,3	0.33,7,5,3,1,3,5,5
0.2,0.2,0.14,1,0.2,1,0.33,0.33	0.2,0.33,1,1,0.33,1,3,0.33	0.11,0.33,0.33,3,0.33,1,1,1
0.14,0.14,0.2,0.33,0.2,3,1,0.5	0.2,0.2,0.33,0.33,0.2,0.33,1,0.2	0.14,1,1,3,0,2,1,1,1
0.33,0.33,1,2,2,3,2,1	0.2,0.33,0.33,3,0.33,3,5,1	0.2,3,3,3,0,2,1,1,1
1,5,5,5,5,5,5,5	1,3,3,3,3,1,1,1	1,1,2,3,3,3,2,5
0.2,1,3,1,1,1,1,5	0.33,1,1,1,3,1,0,1	1,1,2,3,3,3,2,5
0.2,0.33,1,1,1,1,1,5	0.33,1,1,1,3,1,0.33,1	0.5,0.5,1,2,2,2,1,3
0.2,1,1,1,1,1,1,5	0.33,1,1,1,3,1,0.33,1	0.33,0.33,0.5,1,1,1,0.2
0.2,1,1,1,1,1,1,5	0.33,0.33,0.33,0.33,1,1,0.33,0.33	0.33,0.33,0.5,1,1,1,0.33,2
0.2,1,1,1,1,1,1,5	1,1,1,1,1,1,0.33,1	0.33,0.33,0.5,1,1,1,0.33,2
0.2,1,1,1,1,1,1,5	1,3,3,3,3,3,1,3	0.5,0.5,1,2,3,3,1,2
0.2,0.2,0.2,0.2,0.2,0.2,0.2,1	1,1,1,1,3,1,3,1	2,0.2,0.33,0.5,0.5,0.5,0.5,1
1,5,3,9,1,4,5,3	1,3,5,5,3,7,5,5	1,3,5,5,7,3,1,3
0.2,1,3,6,0.33,5,5,3	0.33,1,5,5,3,5,5,5	0.33,1,3,5,5,1,0.33,1
0.33,0.33,1,9,1,3,5,5	0.2,0.2,1,1,0.2,1,3,1	0.2,0.33,1,1,5,0.33,0.2,0.33
0.11,0.17,0.11,1,0.2,1,1,1	0.2,0.2,1,1,0.2,7,1,1	0.2,0.2,0.2,1,5,0.33,0.2,3
1,3,1,5,1,5,8,5	0.33,0.33,5,5,1,5,5,3	0.14,0.2,0.2,0.2,1,0.2,0.14,0.2
0.25,0.2,0.33,1,0.2,1,1,1	0.14,0.2,1,0.14,0.2,1,1,0.33	0.33,1,3,3,5,1,0.33,1
0.2,0.2,0.2,1,0.125,1,1,1	0.2,0.2,0.33,1,0.2,1,1,1	1,3,5,5,7,3,1,3
0.33,0.33,0.2,1,0.2,1,1,1	0.2,0.2,1,1,0.33,3,1,1	0.33,1,3,3,0.2,1,0.33,1
1,3,3,5,5,5,5,3	1,3,3,9,7,9,7,5	1,1,2,3,2,3,3,5
0.33,1,1,3,3,3,3,3	0.33,1,3,9,7,9,7,5	1,1,2,3,3,3,3,6
0.33,1,1,5,5,3,5,3	0.33,0.33,1,7,5,5,5,5	0.5,0.5,1,3,2,4,5,6
0.2,0.33,0.2,1,1,1,1,1	0.1,0.1,0.14,1,0.2,0.3,0.3,0.3	0.33,0.33,0.33,1,1,1,1,3
0.2,0.33,0.2,1,1,1,1,1	0.14,0.14,0.2,5,1,5,2,2	0.5,0.33,0.5,1,1,1,2,3
0.2,0.33,0.33,1,1,1,3,1	0.11,0.11,0.2,3,0.2,1,1,3	0.33,0.33,0.25,1,1,1,1,1
0.2,0.33,0.2,1,1,0.33,1,1	0.14,0.14,0.2,3,0.5,1,1,2	0.33,0.33,0.2,1,0.5,1,1,2
0.33,0.33,0.33,1,1,1,1,1	0.2,0.2,0.2,3,0.5,0.33,0.5,1	0.2,0.17,0.17,0.33,0.33,1,0.5,1

附录 3 评判矩阵的特征向量

Appendix 3 Feature vectors of the fuzzy matrix

{0.811786, 0.115483, 0.139744, 0.0705214, 0.490962, 0.109242, 0.123931, 0.186624},
 {0.824735, 0.395908, 0.203955, 0.0862421, 0.262014, 0.114365, 0.0586722, 0.169881},
 {0.729137, 0.406846, 0.389942, 0.18528, 0.19976, 0.0792141, 0.0898136, 0.249415},
 {0.540933, 0.578953, 0.481666, 0.184469, 0.223558, 0.157734, 0.15221, 0.0902669},
 {0.732622, 0.553292, 0.336938, 0.0382525, 0.149525, 0.0838994, 0.0852057, 0.0740617},
 {0.753601, 0.368969, 0.455578, 0.123744, 0.123744, 0.157903, 0.111028, 0.143218},
 {0.608363, 0.300277, 0.117875, 0.173127, 0.049598, 0.261321, 0.608363, 0.234536},
 {0.718546, 0.52796, 0.119958, 0.147945, 0.375148, 0.071165, 0.0903402, 0.121284},
 {0.661387, 0.375186, 0.343746, 0.0706253, 0.524059, 0.0913199, 0.0777863, 0.09811},
 {0.574476, 0.574476, 0.326777, 0.181978, 0.174657, 0.174657, 0.356278, 0.110051},
 {0.458073, 0.207566, 0.23019, 0.23019, 0.120744, 0.2373, 0.609956, 0.445167},
 {0.863757, 0.24257, 0.180351, 0.199611, 0.199611, 0.199611, 0.199611, 0.0563817},
 {0.637131, 0.321935, 0.16216, 0.16216, 0.16216, 0.0529107, 0.0529107, 0.637131},
 {0.754819, 0.345534, 0.228501, 0.109992, 0.333292, 0.255363, 0.107831, 0.242119},
 {0.732848, 0.558732, 0.32389, 0.0404896, 0.0404896, 0.0896755, 0.129592, 0.133164},
 {0.834217, 0.437678, 0.0907341, 0.065233, 0.192308, 0.215108, 0.0862928, 0.0966053},
 {0.82354, 0.478133, 0.137721, 0.0903224, 0.229604, 0.0903224, 0.0453412, 0.0558057},
 {0.814022, 0.42901, 0.0901704, 0.0533275, 0.335907, 0.0910689, 0.0640381, 0.130828}

欢迎订阅 2002 年《水产科学》

《水产科学》杂志是由辽宁省水产学会主办的水产科技期刊, 双月刊, 1982 年创刊, 国内外公开发行。是中文“水产、渔业类”的核心期刊, 已被俄罗斯《文摘》杂志、英国《动物学记录》收录, 是“中国学术期刊综合评价数据库”、《中国学术期刊》(光盘版)、“中国期刊网”的全文收录期刊, 是《中国水产文摘》的收录期刊。主要刊载水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产生物病害及防治、水产品保鲜与加工综合利用、渔船、渔业机械与仪器及水产基础科学等方面研究的新进展、新技术、新方法等。主要栏目有: 科学实验、实用技术、综述与专论、建议与探讨等。读者对象是水产科技人员, 大、中专院校水产、生物、环保等专业师生, 渔业行政事业和企业单位有关管理和技术人员, 以及广大知识渔民。逢单月 25 日出版, 每期 48 页, 定价 4.00 元, 全年 24.00 元。订阅者请到邮局订阅(邮发代号 8-164)。也可直接汇款到本刊编辑部订阅。地址: 大连市沙河口区黑石礁街 50 号辽宁省海洋水产研究所《水产科学》编辑部 邮政编码: 116023