DOI:10.13652/j.issn.1003-5788.2019.07.018

基于区间层次分析法的食品安全网络舆情预警评价

Research on early warning and evaluation of food safety network public opinion based on interval analytic hierarchy process

高 颖[1,2]

GAO Ying[1,2]

(1. 南开大学周恩来政府管理学院,天津 300350;2. 内蒙古民族大学,内蒙古 通辽 028000)

(1. *Zhou Enlai School of Government, Nankai University, Tianjin* 300350, *China*;
2. *Inner Mongolia University for the Nationalities, Tongliao, Inner Mongolia* 028000, *China*)

摘要:针对食品安全网络舆情预警评价问题的不确定性,提出了一种新的食品安全网络舆情预警评价方法。建立了多层次的食品安全网络舆情预警评价指标体系,提出了食品安全网络舆情预警等级和区间数等级,利用区间层次分析法确定了食品安全网络舆情预警评价指标的区间数权重。结合区间数理论构建了基于区间层次分析法的食品安全网络舆情预警评价模型。结合评价实例对某食品安全事件的网络舆情预警等级进行了评价,验证了该综合评价模型的合理性和有效性。

关键词:食品安全;网络舆情;区间层次分析法;评价

Abstract: Aiming at the uncertainty of online public opinion early warning and evaluation for food safety, a new online public opinion early warning and evaluation method for food safety was proposed. Firstly, a multi-level evaluation index system of public opinion early warning in the food safety network was established, and the warning grade and interval number grade of public opinion in the food safety network was put forward. The interval number weight of public opinion early warning evaluation index in the food safety network was determined by interval analytic hierarchy process. Then, combining with the interval number theory, an early warning and evaluation model of food safety network public opinion based on the interval analytic hierarchy process (IAHP) was constructed. Finally, the network public opinion early warning level of a food safety incident was evaluated with an evaluation example, which verified the rationality and effectiveness of the comprehensive evaluation model.

Keywords: food safety; internet public opinion; IAHP; evaluation

《国家突发公共事件总体应急预案》要求各地区、各部门要针对各种可能发生的突发公共事件,完善预测预警机制,建立预测预警系统,开展风险分析,做到早发现、早报告、早处置。国务院 2016 年发布的《国家食品安全事故应急预案》明确提出建立监测预警、报告与评估制度。食品安全事件在当今信息化时代的大背景下,具有传播快、扩散快、受众广和影响大等特点,做好食品安全事件的网络舆情预警评价是实时监测网络舆情、分析网络舆情发展趋势和采取有效控制措施的关键之举。

在网络舆情研究方面,开展网络舆情预测研究的成果较多,而对网络舆情评价研究的成果较少,亟待加强。林文声等[1]将 BP 神经网络智能算法应用到食品网络舆情热度跟踪评价中,构建了食品安全网络舆情评价系统;李喆[2]依据投影寻踪模型开展了网络舆情评价;武慧娟等[3]采用熵权和模糊综合评价结合的方法对网络舆情预警的评价问题进行了研究,但权重的计算采用客观赋权法,没有借鉴专家的宝贵经验;傅昌波等[4]构建了多层次的舆情风险评估指标体系,并且用层次分析法对指标体系中的各个指标权重进行了计算,虽然可以借鉴专家经验,但忽视了专家确定权重过程中的不确定性;杜明英等[5]基于模糊综合评价法对食品安全网络舆情预警评价问题进行了研究,虽然采用熵值法和层次分析法的组合赋权法,但依旧没有考虑专家赋权时的不确定性。在实际的评价过程中,因为专家的知识背景、项目背景和认知差异相差较大,导致了各位专家在判断指标权重时受限

基金项目:教育部人文社科项目(编号:14XJC840002);内蒙古民族大学科学研究基金资助项目(编号:NMDYB18043)

作者简介:高颖(1984—),女,内蒙古民族大学讲师,南开大学在读博士研究生。E-mail:anmdgaoying@163.com

收稿日期:2019-01-06

于个体局限性所得到的结果往往不是一个固定的数值，而是集中于某个区间范围内。鉴于以往网络舆情预警和网络舆情风险评估问题研究未考虑指标权重的不确定性，以及食品安全事件的重要性，因此，本文将区间数理论和 IAHP 法应用到食品安全网络舆情预警评价问题中。

1　构建食品安全网络舆情预警评价指标体系和预警等级

开展食品安全网络舆情预警评价的基础和前提是构建科学、合理的食品安全网络舆情预警评价指标体系。影响食品安全网络舆情预警的因素是多方面的，既与舆情关注度、舆情活跃度和舆情热度相关，又与舆情演化程度、媒体态度、媒体热度和媒体扩散度等因素有关，需要构建多维多层次的评价指标体系。林文生等[1]在进行食品安全事件网络舆情的评价系统论文中，构建了三级的食品安全事件网络舆情热度的评价指标体系；李喆[2]在开展网络舆情评价中，将主题强度、主题热度、舆论状态和舆论趋势作为一级指标，构建了二级的网络舆情评价指标体系；武慧娟等[3]以网络舆情主题、网络舆情发布者、网络舆情参与者和网络舆情传播为一级指标，构建了网络舆情预警评价指标体系；傅昌波等[4]以舆情主体、舆情本体和舆情客体为一级指标，构建了三级的舆情风险评估指标体系。综上可知，在网络舆情评价指标体的构建上，各个研究者根据问题的背景以及自己的研究领域构建了有针对性的评价体系。杜明英等[5-8]指出舆情关注度、舆情活跃度、舆情受众和舆情传播是开展食品安全网络舆情预警评价的最重要的 4 个因素。舆情关注度主要指在一定时期内公众通过不同渠道对食品安全舆情信息的关注情况。舆情活跃度主要指食品安全舆情持续时长以及舆情关注频次。舆情受众主要指食品安全舆情的参与频度、参与者倾向以及影响力。舆情传播主要指在一定时间内通过网络对食品安全网络舆情事件的报道数、转发数、评论数等相关信息总量的变化值和舆情扩散趋势及分布。为了建立合理的食品安全网络舆情预警评价体系，注重主要因素、忽略次要因素，本文从舆情关注度、舆情活跃度、舆情受众和舆情传播 4 个维度开展食品安全网络舆情预警评价研究，最终构建了食品安全网络舆情预警评价指标 3 层次体系，如图 1 所示。

进行食品安全网络舆情预警评价，需要确定食品安全网络舆情预警等级。《国家突发公共事件总体应急预案》根据突发公共事件的危害程度和紧急程度将预警级别划分为四级，分别是特别严重(红色)、严重(橙色)、较重(黄色)和一般(蓝色)。为了适于区间层次分析法进行食品安全网络舆情预警评价，文献[5]已经证实了采用区间数方法对预警等级进行量化是可行的，即预警等级与区间数存在一定的映射关系。本文设定Ⅰ级(特别严重)、Ⅱ级(严重)、Ⅲ级(较重)和Ⅳ级(一般)4 个预警等级对应的区间数分别为：[0.75，1.00]、[0.50，0.75]、[0.25，0.50]和[0.00，0.25]。

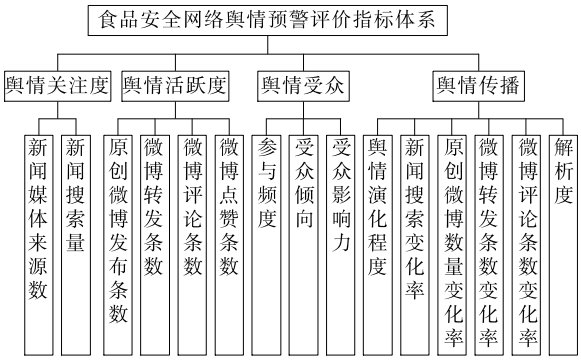

图 1　食品安全网络舆情评价指标体系结构图

Figure 1　Food safety network public opinion evaluation index system structure

2　基于 IAHP 确定评价指标区间数权重

食品安全网络舆情评价模型是复杂和多维度的，现阶段多数评价系统都是根据专家的主观加权法对评价指标的权重进行分析与计算。每位专家的知识背景与对事务的认知理解受到自身局限性与主观性的影响，导致所得的指标权重往往是一个区间数。本文采用 IAHP 计算食品安全网络可信度警告评价的区间数权重，来克服专家主观性导致的误差。

2.1　区间数和 IAHP 的基本原理

根据模糊理论，不难发现区间数是模糊数的特例，是通过实数扩大所得。在研究非确定性多元素决策问题时，区间数计算迅速，容易理解，区间数理论及相应算法在解决非确定性多元素决定和非确定性评价问题时被广泛使用[9-11]。设定 $\tilde{a}=[a_1,a_2]=\{a_1\leqslant x\leqslant a_2,a_1,a_2\in R\}$ 是实数轴上的一个闭区间，则 $\tilde{a}$ 即为一个区间数。由于阶层分析法无法计算区间型评价指标的权重。改进的层次分析法(IAHP)利用判断矩阵代替点的值，用区间数的算法计算加权。计算结果作为区间数的权重表现出来。因此，学者在研究 AHP 的基础上逐步倾向于使用 IAHP 方法。

令 $\tilde{\boldsymbol{A}}=(\tilde{a}_{ij})_{n\times n}$ 为区间数判断矩阵，即 $\tilde{a}_{ij}=[a_{ij}^L,a_{ij}^U]$。记 $\boldsymbol{A}^L=(a_{ij}^L)_{n\times n}$，$\boldsymbol{A}^U=(a_{ij}^U)_{n\times n}$，并记 $\tilde{\boldsymbol{A}}=[\boldsymbol{A}^L,\boldsymbol{A}^U]$。针对给定的区间数向量 $\tilde{\boldsymbol{x}}=(x_1,x_2,\cdots\cdots,x_n)^T$，$\tilde{x}_i=[x_i^L,x_i^U]$，令 $\boldsymbol{x}^L=(x_1^L,x_2^L,\cdots\cdots,x_n^L)^T$，$\boldsymbol{x}^U=(x_1^U,x_2^U,\cdots\cdots,x_n^U)^T$，$\tilde{\boldsymbol{x}}=[\boldsymbol{x}^L,\boldsymbol{x}^U]$。IAHP 在求解区间型定性评价指标的权重时分为三步[12]：

(1) 求出矩阵 $\boldsymbol{A}^L$ 和 $\boldsymbol{A}^U$ 的最大特征值，然后计算向量 $\boldsymbol{x}^L$ 和 $\boldsymbol{x}^U$。

(2) $\boldsymbol{A}^L=(a_{ij}^L)_{n\times n}$ 和 $\boldsymbol{A}^U=(a_{ij}^U)_{n\times n}$,分别按式(1)、(2)计算 α 和 β。

$$\alpha=\left[\sum_{j=1}^{n}\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}a_{ij}^U}\right]^{1/2}, \tag{1}$$

$$\beta=\left[\sum_{j=1}^{n}\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}a_{ij}^L}\right]^{1/2}。 \tag{2}$$

(3) 得到权重向量 $\tilde{\boldsymbol{\omega}}=[\alpha\boldsymbol{x}^L,\beta\boldsymbol{x}^U]$。

2.2 权重向量的计算

依据该文所述计算方法,通过大范围地征询食品安全网络舆情预警领域的权威专家的意见和建议,可以构建如表 1 所示的判断矩阵,通过该矩阵的区间数即可判断食品安全网络舆情预警的评价指标是否达到了一级。根据判断矩阵的区间数,利用指标权重的计算方法得到 $\alpha=0.914\ 3$,$\beta=1.076\ 6$,$\boldsymbol{x}^L=(0.194\ 5,0.257\ 7,0.224\ 8,0.375\ 6)$,$\boldsymbol{x}^U=(0.191\ 7,0.247\ 2,0.221\ 8,0.343\ 5)$,继而可得一级评价指标权重向量 $\tilde{\boldsymbol{\omega}}=([0.178,0.206],[0.236,0.266],[0.205,0.238],[0.343,0.369])^T$。同理,可以得到 4 个一级定性评价指标舆情关注度、舆情活跃度、舆情受众和舆情传播下的每个二级评价指标所在的区间数权重,如表 2 所示。

3 基于 IAHP 的食品安全网络舆情预警评价模型

运用 IAHP 理论,计算出食品安全网络舆情预警两级评价定性指标的区间数权重,建立基于层次分析法的食品网络舆情预警评价模型步骤如下:

(1) 尽量范围比较大和细致征求食品安全领域专家的建议,建立该评价模型的指标体系。

(2) 运用 IAHP 理论,建立模型的区间数判断矩阵,并且根据该模型逐一计算评价体系中一、二级的区间数权重。

(3) 在主流微博平台利用数据采集软件抓取待评价对象的舆情预警二级指标数据,根据食品安全网络舆情的发展特点,设定抓取数据的周期为 30 d,每 2 d 作为一个节点抓取 1 次,每个食品安全事件共有 15 个采集节点。

(4) 对抓取的二级指标数据进行归一化处理。因各二级指标数据分布符合半梯形偏大型分布规律,因此采用半梯形偏大型分布对采集到的二级指标数据进行归一化处理。归一化公式为:

$$U(x)=\begin{cases}0, x\leqslant a\\ \dfrac{x-a}{b-a}, a<x<b\\ 1, x\geqslant b\end{cases}, \tag{3}$$

式中:

x——各指标的数值;

a、b——根据函数分布取值,$a\leqslant\min$,$b\geqslant\max$。

(5) 依据指标聚合公式 $\tilde{R}_i(\tilde{\omega}_i)=\sum_{j=1}^{mi}\tilde{R}_{ij}\cdot\tilde{\omega}_{ij}$ 计算各一级评价指标的区间数评价值,其中:$i=1,2,3,4$,m_i 表示第 i 个一级定性评价指标下二级评价指标的数量。依据式 $\tilde{R}(\tilde{\boldsymbol{\omega}})=\sum_{i=1}^{4}\tilde{R}_i\cdot\tilde{\omega}_i$ 计算食品安全网络舆情预警的区间数评价值,将该数值同该模型的 4 级预警等级分析比较。

表 1　判断矩阵:一级评价指标的区间数

Table 1　Judgment matrix of interval number for primary evaluation index

一级指标	舆情关注度	舆情活跃度	舆情受众	舆情传播
舆情关注度	[1,1]	[2/3,1]	[3/4,1]	[2/5,1]
舆情活跃度	[1,3/2]	[1,1]	[1,4/3]	[3/5,1]
舆情受众	[1,4/3]	[3/4,1]	[1,1]	[1/2,1]
舆情传播	[1,5/2]	[1,5/3]	[1,2]	[1,1]

表 2　区间数权重:二级评价指标

Table 2　Secondary evaluation indicators of interval weights

序号索引	区间权重	序号索引	区间权重	序号索引	区间权重
ω_{11}	[0.71,0.75]	ω_{24}	[0.14,0.16]	ω_{42}	[0.11,0.13]
ω_{12}	[0.24,0.28]	ω_{31}	[0.37,0.39]	ω_{43}	[0.16,0.19]
ω_{21}	[0.19,0.23]	ω_{32}	[0.24,0.26]	ω_{44}	[0.15,0.18]
ω_{22}	[0.24,0.27]	ω_{33}	[0.34,0.37]	ω_{45}	[0.21,0.23]
ω_{23}	[0.36,0.39]	ω_{41}	[0.09,0.11]	ω_{46}	[0.19,0.22]

4 评价实例

为验证该网络舆情预警评价模型是否合理有效,现以杜明英等[5]给出的影响恶劣、涉及面较广的“福喜过期肉事件”为例进行网络舆情预警评价对比分析。依据所建立的评价指标体系和评价模型,以 2 d 为一个节点在新浪和百度微博抓取网络舆情数据,篇幅所限,仅以奇数节点为例进行对比分析,得到的二级评价指标数据如表 3 所示。依据食品安全网络舆情预警评价模型的方法步骤,用式(3)将二级评价指标数据转换为归一化的评价值,数值见表 4。

在食品安全网络舆情预警评价模型中,设计了指标聚合公式,利用 MATLAB 7.1 软件编制了区间数指标聚合的程序。假定节点 1 的 4 个一级定性评价指标区间分别为[0.81,0.87],[0.86,0.95],[0.83,0.97]和[0.78,0.94],通过程序自动将 4 个一级指标进一步向上聚合,得到节点1的网络舆情预警区间为[0.82,0.96]。将该区间

表 3　舆情预警二级评价指标数据

Table 3　Public opinion early warning index data

节点	采集时间节点	I_{11}	I_{12}	I_{21}	I_{22}	I_{23}	I_{24}	I_{31}	I_{32}	I_{33}	I_{41}	I_{42}	I_{43}	I_{44}	I_{45}	I_{46}
1	2014 年 7 月 20～21 日	12	270	492	28 251	7 240	8 996	44 979	0.04	0.87	40	250	445	27 242	6 712	6.21
3	2014 年 7 月 24～25 日	13	210	705	3 520	2 890	1 035	8 150	0.06	0.87	40	90	266	1 025	964	2.82
5	2014 年 7 月 28～29 日	10	70	373	2 125	1 629	1 653	5 780	0.09	0.87	40	80	187	937	477	3.55
7	2014 年 8 月 1～2 日	6	40	73	134	144	151	502	0.03	0.87	10	10	29	129	135	3.49
9	2014 年 8 月 5～6 日	4	18	100	3 103	987	657	7 847	0.10	0.87	10	9	43	155	147	4.91
11	2014 年 8 月 9～10 日	1	60	31	21	8	3	63	0.06	0.86	20	49	12	2	4	7.88
13	2014 年 8 月 13～14 日	4	10	44	80	65	47	236	0.07	0.87	40	9	25	12	12	3.63
15	2014 年 8 月 17～18 日	3	9	19	40	17	29	85	0.16	0.87	10	10	10	19	17	5.00

表 4　舆情预警二级评价指标归一化数据

Table 4　Public opinion early warning secondary evaluation index normalization data

节点	I_{11}	I_{12}	I_{21}	I_{22}	I_{23}	I_{24}	I_{31}	I_{32}	I_{33}	I_{41}	I_{42}	I_{43}	I_{44}	I_{45}	I_{46}
1	0.923	1.039	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	0.091	0.998	0.600	1.000	1.000	1.000	1.000	0.527
3	1.000	0.804	1.000	0.704	0.722	0.517	0.814	0.231	0.999	0.600	0.897	0.661	0.341	0.479	0.103
5	0.769	0.255	0.735	0.424	0.407	0.826	0.577	0.399	0.998	0.600	0.794	0.461	0.311	0.235	0.194
7	0.462	0.137	0.110	0.026	0.035	0.074	0.047	0.000	0.988	0.000	0.072	0.061	0.041	0.063	0.186
9	0.308	0.051	0.167	0.620	0.246	0.327	0.483	0.500	0.991	0.000	0.062	0.096	0.050	0.069	0.364
11	0.077	0.216	0.023	0.003	0.001	0.000	0.003	0.246	0.926	0.200	0.474	0.018	0.000	0.000	0.734
13	0.308	0.020	0.050	0.015	0.015	0.022	0.021	0.273	0.980	0.600	0.062	0.051	0.002	0.001	0.204
15	0.231	0.016	0.000	0.003	0.003	0.013	0.006	0.914	0.952	0.000	0.072	0.013	0.005	0.004	0.375

数评价值与预警等级区间数相比较可知，节点 1 的网络舆情预警评价结果为Ⅰ级。采用同样的方法，可运算得到节点 3～15 的区间数评价值分别为[0.82，0.96]、[0.53，0.65]、[0.48，0.58]、[0.12，0.16]、[0.28，0.36]、[0.13，0.19]、[0.12，0.14]和[0.12，0.13]，与预警等级区间数相比较可知，节点 3～15 的网络舆情预警等级分别为Ⅱ级、Ⅱ级、Ⅳ级、Ⅲ级、Ⅳ级、Ⅳ级和Ⅳ级。将该模型所得定性评价结论同文献[5]的定性评价结论相比较，二者结论较为一致，进而表明本文所构建的食品安全网络舆情预警评价模型是合理有效的，且比以往的评价方法更加科学合理。

5　结论

食品安全网络舆情预警评价是动态掌握食品安全公共事件网络舆情态势、发展趋势和预警等级的关键手段，是政府部门制定相应措施降低影响的主要依据。本文依据区间数理论将《国家突发公共事件总体应急预案》中 4 级预警等级进行了规范化处理，评价实例结果表明所建立的四维度多层次的食品安全网络舆情预警评价指标体系是科学合理的；采用区间层次分析法计算评价指标的权重，更加符合评价实际，权重值和评价结果更具有合理性；解决了以往网络舆情预警和网络舆情风险评估问题，但未考虑指标权重所带来的评价可信度不够确定的问题。由于突发事件网络舆情预警等级的设定多具有离散性，为了建立合理的食品安全网络舆情预警评价体系，在主要因素的选择上还未统一标准，因此，对本文中所订标准等级的合理性还有待进一步探究。

参考文献

[1] 林文声，姚一源，王志刚. 食品安全事件网络舆情热度评价研究：基于 BP 神经网络的方法[J]. 现代管理科学，2016(9)：30-32.

[2] 李喆. 基于投影寻踪模型的网络舆情评价[J]. 计算机仿真，2017，34(4)：391-395.

[3] 武慧娟，张海涛，王尽晖，等. 基于熵权法的网络舆情预警模糊综合评价模型研究[J]. 情报科学，2018，36(7)：58-61.

[4] 傅昌波，郭晓科. 基于层次分析法的舆情风险评估指标体系研究[J]. 北京师范大学学报：社会科学版，2017，(6)：150-157.

[5] 杜明英，杨珊珊，高向辉，等. 基于模糊综合评价法的食品安全网络舆情预警研究[J]. 商业经济研究，2018(9)：188-192.

[6] 冯姝慧. 食品安全网络舆情监测与预警研究[D]. 厦门：集美大学，2015：37-39.

（下转第 138 页）

表 3　膜性能检测结果†

Table 3　The testing result of film performance

性能指标	单位	玉米醇溶蛋白膜	玉米醇溶蛋白—菊粉膜
水蒸气透过系数	g·mm/(m²·d·kPa)	4.39±0.28[a]	3.17±0.25[b]
透光率	%	7.47±0.10[b]	15.90±0.55[a]
过氧化值	g/100 g	2.147±0.040[a]	2.136±0.090[b]
透油系数	g·mm/(cm²·d)	0.015 3±0.010 0[a]	0.003 7±0.000 0[b]

†　同行字母不同表示差异显著(P<0.05)。

的分子结构，使其内部结构更加紧密，阻碍氧分子或油脂分子的扩散，从而提高玉米醇溶蛋白膜的阻油性与阻氧性。

3　结论

本研究以玉米湿法生产淀粉的副产物——玉米醇溶蛋白为原料，探讨菊粉糖基化改性的成膜工艺，并在最优条件下对膜的基本性质进行测定。结果表明，改性蛋白膜的各项性能均优于纯玉米醇溶蛋白膜，尤其是解决了玉米醇溶蛋白膜质较脆的弊端，这一优良的性能可使其替代明胶制备的胶囊壳。

本研究采用的还原糖——菊粉，相比其他多糖虽功能性优异，但价格较高，后期研究中会筛选一些成本更低的多糖作为糖基化改性的羰基供体；此外，由于玉米醇溶蛋白膜在酸性条件下不溶，而溶于弱碱性或中性的溶液中，适宜制备肠溶胶囊壳，故后续将研究肠溶胶囊壳的制备及肠溶性的考察。

参考文献

[1] 李秀明，陈野，王君予. PPC 对挤压成型 zein-PPC 复合薄膜性质的影响[J]. 食品科学，2012，33(19)：3-10.

[2] 姚晓敏，孙向军，卢杰. 可食性玉米醇溶蛋白成膜工艺的研究[J]. 食品工业科技，2002，23(1)：20-23.

[3] 张雪娜，任婷婷，左春艳，等. 可食性玉米醇溶蛋白膜的制备及其在食品保藏中的应用研究[J]. 粮食加工，2012，37(6)：34-37.

[4] 崔和平，孙小红，郑慧，等. 甘油含量对玉米醇溶蛋白膜储藏稳定性的影响[J]. 河南工业大学学报：自然科学版，2014，35(1)：46-50.

[5] 李丹，崔凯. 食品蛋白质的改性技术[J]. 食品与发酵工业，1999，25(6)：58-62.

[6] 史苏华. 米渣谷蛋白—卡拉胶糖基化改性及其价接枝物乳化性能研究[D]. 南昌：南昌大学，2011：5-6..

[7] 彭英云，郑清，张涛. 菊粉的功能与利用[J]. 食品研究与开发，2012，33(10)：236-240.

[8] 饶志娟，郑建仙，贾呈祥. 功能性食品基料—菊粉的研究进展[J]. 中国甜菜糖业，2002(4)：26-30.

[9] KATO A，SHIMOKAWA K，KOBAYASHI K. Improvement of the functional properties of insoluble gluten by pronase digestion followed by dextran conjugation[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry，1991，39(6)：1 053-1 056.

[10] 蔡花真，徐艳艳，李梦琴. 可食性复合蛋白成膜条件研究[J]. 包装与机械，2010，26(5)：112-113，147.

[11] 许彩虹，王金梅，姚玉静，等. 食品中蛋白质糖基化接枝的研究进展[J]. 现代食品科技，2017，33(8)：306-312，261.

[12] 张慧君，陈又铭，辛德慧，等. 麦芽糖浆糖基化改性玉米醇溶蛋白及在胶囊壳中的应用[J]. 食品科学，2018，39(14)：29-35.

[13] 孟祥勇，张慧恩，宋腾，等. 响应面法优化微波辅助米渣蛋白糖基化改性工艺[J]. 食品工业科技，2018，39(1)：156-161，166.

[14] 刘娟. 酪蛋白—葡聚糖接枝改性研究[D]. 无锡：江南大学，2008：12-13.

[15] 黄国平，杨晓泉. 玉米醇溶蛋白膜的降解性能和水蒸气透过率的研究[J]. 食品研究与开发，2006，27(3)：22-23，29.

[16] 张雁飞，孟繁蓉，郭艺伟，等. 食品包装用卡拉胶—甲基纤维素膜的制备及表征[J]. 食品科技，2017，42(11)：62-66.

[17] 孙琳琳，田波，岳莹，等. 茶多酚对脱脂豆粕膜性能及抗氧化性的影响[J]. 食品工业科技，2018，39(2)：234-239.

[18] 谢亚芬. BOPET 薄膜透明度影响因素及提高方法[J]. 塑料工业，2005，33(4)：64-66.

[19] 王君，咎艳君. 可食性大豆分离蛋白保鲜膜的研制[J]. 包装与食品机械，2017，35(3)：11-16.

(上接第 106 页)

[7] 杜明英. 我国食品安全网络舆情预警研究[D]. 武汉：华中农业大学，2018：28-30.

[8] 朱白，王瑞楠. 基于 FAHP 模型的高校网络舆情预警研究[J]. 商洛学院学报，2018，32(4)：93-96.

[9] 王洋. 基于区间数的数控机床综合性能评价[J]. 工具技术，2016，50(1)：60-63.

[10] 刘雅荣. 基于区间层次分析法的机械加工工艺方案评价研究[J]. 机械设计与制造，2015(12)：258-260.

[11] 李春强. 基于区间层次分析法的舰船动力系统方案评估研究[J]. 舰船科学技术，2016，38(7)：124-127.

[12] 徐泽水. 不确定多属性决策方法及应用[M]. 北京：清华大学出版社，2004：89.