

层次分析法在食品厂产品决策中的应用

中国人民大学 黄 鹏

进行新产品开发并决定具体生产的产品品种,无疑对一个企业的生存和发展至关重要。国务院确定1991年为“质量、品种、效益”年,说明品种的选择和产品的质量同样对效益有着同等的重要性。食品厂的产品决策,是个多准则、多方案的决策问题。食品生产直接关系到人民健康,因此在考虑经济效益的同时,不能不注意社会效益。在决定产品上马之前,要综合地考虑产品的获利能力、现有厂房设备条件、市场销售前景、原料来源、三废处理、工人技术水平、占用资金等等诸多因素,简单地拍脑袋定案是不行的,必须运用严密而又尽可能简便易行的科学决策方法。

层次分析法(Analytical Hierarchy Process, AHP)是由美国应用数学家T.L. Saaty提出的一种对多目标问题的目标优先次序,或对多决策方案(一般要求有限、离散)的优劣进行排序的方法。它以决策者或有关专家对各目标、准则或方案的效用作两两相对比较为基础,经数学处理后定量给出各目标、准则乃至方案的优先次序,作为决策的依据。近来它在能源问题、地区经济发展方案选择、科技成果评比以至高考志愿选择等方面,得到了广泛的应用。在此我们试图将它应用于食品厂产品决策这一多准则、多方案的决策问题的解决。

一、层次分析法的基本原理

简单地讲,对于一个多因素决策问题,若有 P_1, P_2, \dots, P_n 共 n 个可选方案,虽然对其效用的评价因人而异,但从实际看,每一个方案 $P_i (1 \leq i \leq n)$ 都存在一个实际的效用值,

真实地反映该方案的实际效果。设该效用值为 w_i 。通过征询决策者或有关方面的专家,可得到 w_i 的估计值。根据心理科学研究的成果,人的思维一般习惯于在一定的评价准则下,以一评价对象为参照物,通过两两比较对另一评价对象作出相对重要性(或优劣、偏好等)的评价,而不善于直接作出绝对量的评价。因此,在层次分析法中,采用 a_{ij} 来表示方案 P_i 比方案 P_j 重要(或优越等)的倍数,由决策者或专家对各方案作两两比较后作出相对重要性(或优越等)判断(即估计 a_{ij} 的值),从而建立起如下判断矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (\text{式1})$$

由于方案 P_i, P_j 的效用分别为 w_i, w_j , 根据 a_{ij} 的定义,一般地有 $a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}$, 因而有

$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$ 。(这表示 P_i 较 P_j 重要的倍数等于 P_j 较 P_i 重要倍数的倒数)。此外, $a_{ij} > 0, a_{ij} = 1$ (同一方案自相比较重要性相同)。根据这些性质, A 可称为正的互反矩阵,因此在构造判断矩阵时只需给出上半角元素的值,下半角元素值取上半角相应元素的倒数就行了。

在构造判断矩阵时,需要有一定的标定标准以便赋定 a_{ij} 的值。表1是层次分析法中常用的标度标准。

由于客观事物的复杂性和人们认识过程的

表1. 层次分析法中所用标度的含义

a_{ij} 的标度	定 义	含 义
1	两比较因素 P_i 与 P_j 同等重要 (或优越)	$w_i = w_j$
3	一比较因素 P_i 比另一因素 P_j 稍微重要	$w_i = 3w_j$
5	一比较因素 P_i 比另一因素 P_j 明显重要	$w_i = 5w_j$
7	一比较因素 P_i 比另一因素 P_j 强烈重要	$w_i = 7w_j$
9	一比较因素 P_i 比另一因素 P_j 绝对重要	$w_i = 9w_j$
2, 4, 6, 8	两因素相对重要程度在上述两相邻判断之间	
上述相应标度的倒数	P_i 比 P_j 不重要 (或劣于)	

多样性以及可能产生的片面性, 要求每个判断之间都有完全的一致性是很困难的, 尤其是因素多规模大的决策问题更是如应。这样, 矩阵

一致性条件 $\left(a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{kj}} \right)$ 便很难满足。为此,

在层次分析法中, 须先求出A 的最大特征根 λ_{\max} 。然后将其对应的特征向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ 右乘式1就得到

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda_{\max} \cdot w \quad (\text{式2})$$

求上式可得到W的近似解, 归一化后即为

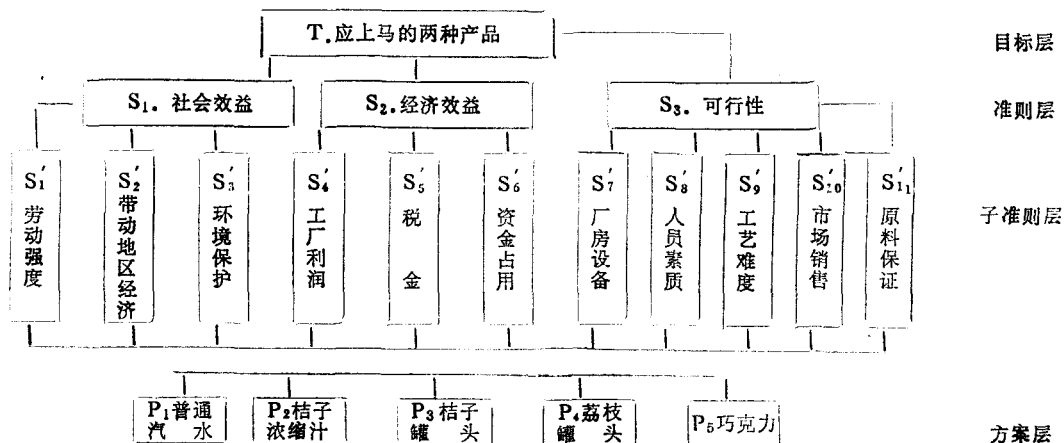


图1. 食品厂产品决策层次结构

相应方案相对重要性的排序权值。对于得到的解, 可利用一致性指标检验其一致性。如不能通过检验, 说明判断矩阵取值不当, 须作调整后重新计算。由一致性指标可以反映出作出判断矩阵的决策者或专家们的思维一贯性。最大特征根及一致性指标有多种求法, 并有标准的计算机程序可资运用, 有兴趣的同志可参阅文献[1][2], 这里就不再介绍了。

二、层次分析法用于食品厂产品决策过程

实际应用层次分析法时, 须经历如下步骤:

1. 明确问题, 建立层次结构。

某食品厂准备在下一阶段新上二个品种, 以扩大生产规模, 获取更大效益。这样, 最高层次(总目标层T)就是决定应上马的二种产品。目前有五种方案可供选择: 普通汽水、桔子浓缩汁、桔子罐头、荔枝罐头、巧克力糖果。这作为最低层次即方案层(P)。由于食品生产不仅要考虑经济效益和现实可行性, 还要考虑社会效益, 因此, 以这三者作为准则层(S)。在此之下, 还有具体的准则(子准则层S')。在经济效益准则中要考虑工厂利润、上缴税收、资金占用等; 现实可行性准则中有设备厂房条件、工艺复杂性、工人技术水平、市场销售前景、原材料保障等具体因素, 同时也要顾及工厂的资金能力; 在社会效益准则中还

要具体考虑工人劳动强度、环境保护、产品能否适应群众生活急需（即市场销售前景）。该产品投产后能否带动部门、地区经济发展等因素。在通盘考虑、明确各因素相互关系之后，建立图1所示的层次结构。

2. 构造判断矩阵

判断矩阵T—S（相对于应上马的产品这一总目标各准则相对重要性比较，由两位专家作出判断。根据两人的权威性分别赋予权值3, 1）。

$$(1) \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/4 & 1/2 & 1 \end{pmatrix} (2) \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 \\ 1/3 & 1 & 2 \\ 1/6 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$$

判断矩阵S₁—S'（在社会效益准则下的四个子准则间相对重要性比较，由一位专家作出）。

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 & 1/3 \\ 5 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 1/2 & 1 & 1 \\ 3 & 1/2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

其余各判断矩阵S₂—S', S₃—S'; S₁'—P, S₂'—P, S₃'—P, S₄'—P, S₅'—P, S₆'—P, S₇'—P, S₈'—P, S₉'—P, S₁₀'—P, S₁₁'—P等亦同样一一作出，限于篇幅，这里就不一一列出了。

3. 层次单排序及其一致性检验

判断矩阵的特征根问题的解W经归一化后即为一层次相应准则或方案对上一层次目标或准则相对重要性的排序值，这一求解过程即为层次单排序。单排序后需作一致性检验，通不过检验的矩阵要作重新判断。

4. 层次总排序及其一致性检验

计算同一层次所有方案或准则相对于最高层（总目标层）相对重要性（或优越）的排序权值称为层次总排序。这一过程是由最高层到最低层逐层进行的。总排序确定后亦需进行一致性检验。通不过检验则要调整判断矩阵。

将上述各判断矩阵输入计算机后即自动进行层次单排序、总排序和相应的一致性检验，得到各层次的总排序权值结果如下：

$$\text{准则层 } W_s = (0.571, 0.286, 0.143)^T$$

$$\text{子准则层 } W_{s'} = (0.047, 0.256, 0.134, 0.163, 0.083, 0.061, 0.041, 0.010, 0.010, 0.154, 0.041)^T$$

$$\text{方案层 } W_p = (0.347, 0.181, 0.124, 0.143, 0.205)^T$$

一致性检验均获通过。

5. 结果分析

方案层的总排序权值，反映了各方案对于最高层次的相对重要性（优越性）次序。权值越大说明方案越优越。因此，方案层的总排序权值可以直接作为产品决策的依据。从上述结果可以看出供选的五种方案的相对优先次序为P₁普通汽水0.347, P₅巧克力糖果0.205, P₂桔子浓缩汁0.181, P₄荔枝罐头0.143, P₃桔子罐头0.124。食品厂领导及有关决策部门就可以据此考虑选择普通汽水和巧克力糖果作为适应下一阶段企业发展的产品，并可预期获得最佳的综合效益。

这里介绍的方法，不仅适用于产品上马决策，同样也适用于淘汰过时产品的决策问题。只要对现有各产品按文中方法计算出总排序权值后，选择权值最小的产品优先淘汰就可以了。

层次分析法是正在兴起的有效而简便的新的决策工具，不仅对于食品厂的产品选择问题，其它如生产过程控制、市场研究、品质管理等都可以应用。对于更复杂的问题，层次分析法有许多扩展的方法如成本—效益分析的AHP，计划制定过程的前向—反向AHP、群体决策使用的AHP、信息不全下的AHP等，它与模糊综合评判技术相结合而形成的模糊AHP，用于食品的感官评判，可望获得更好的结果。

总之, 层次分析法在食品工业领域的应用前景是广泛的, 但还有待于作深入的探讨和研究。希望本文能起到抛砖引玉的作用, 引起同行们对这一问题的兴趣。

参 考 文 献

- [1] 赵焕臣, 许树柏, 和金生: 层次分析法——一种简易的新决策方法, 科学出版社, 北京, 1986。
- [2] 许树柏: 层次分析法原理, 天津大学出版社, 天津, 1988。

小麦胚芽的营养价值及其在食品上的应用

山东省粮油科学研究所 王作记 石金柱

一、前言

小麦胚芽是面粉加工业的副产品, 是小麦籽粒的精华, 含量约占整粒小麦重量的2%左右。小麦胚芽是小麦籽粒的生命源泉, 含有丰富而优质的蛋白质、脂肪、多种维生素及矿物质。在国外, 小麦胚芽被营养学家们誉为“人类天然的营养宝库”, 广泛应用于各种营养、保健与疗效食品中, 小麦胚芽制品, 特别是含有丰富天然V_E的麦胚油, 已风靡市场。美国将小麦胚芽作为早餐食品, 苏联将25%的麦胚粉添加到面粉中去, 以强化面粉的蛋白质。70年代中期, 日本、西德等国家就以小麦胚芽油为原料制成胶囊, 作为保健食品出售, 以不同的剂量供应给不同年龄及不同健康状况的消费者食用。目前, 美国、日本等国家开始采用分子蒸馏法从麦胚油中提取天然维生素E, 以获得更高的利润。

我国每年可用于开发利用的小麦胚芽蕴量达280~400万吨。根据其蛋白质及脂肪含量, 每年可提供优质蛋白84~120万吨, 优质麦胚油28~40万吨。但小麦胚芽的提取及利用的研究起步较晚, 大部分胚芽被当作麸皮来处理。小麦胚芽这一人类新型营养源仍未得到充分、合理的利用。因此, 加速这一资源的研究开发, 生产系列麦胚食品, 对于缓解我国十分紧缺的蛋白和油脂资源, 丰富我国营养、保健与

疗效食品的种类, 提高我国人民的膳食营养与健康水平具有十分重要的意义。同时, 还可为面粉生产企业增加显著的经济效益。

二、小麦胚芽的营养价值

(一) 麦胚蛋白

小麦胚芽蛋白质含量高达30%左右。在麦胚蛋白质的组成中, 白朊加球蛋白占35~38%, 朊间质占9.45%, 麸朊占14%, 谷朊占0.3~0.37%, 水不溶性蛋白占30.2%, 非蛋白态氮占11.3~15.3%。表1为小麦胚芽与几种食物中蛋白质含量的比较表。从中可以看出, 小麦胚芽蛋白质的含量仅次于大豆(是大豆蛋白质含量的83%), 分别是主食大米、面粉的4.9倍和3.2倍。与蛋白质含量较高的动物食品相比, 其含量分别是瘦牛肉、瘦猪肉及鸡蛋的1.5倍、1.8倍和2.1倍。

由表2可知, 小麦胚芽蛋白质中必需氨基酸的相互比值与FAO/WHO颁布的模式值以及大豆、牛肉、鸡蛋的氨基酸构成比例基本接近, 明显优于大米、面粉蛋白质中必需氨基酸的构成比例。

此外, 麦胚蛋白中还含有谷胱甘肽过氧化

表1. 小麦胚芽和几种食物蛋白质含量的比较

食物名称	麦胚	大豆	富强粉	标一米	瘦牛肉	瘦猪肉	鸡蛋
蛋白质(%)	30.16	36.3	9.4	6.2	20.3	16.7	14.7