

应用 AHP 研究兰州市农产品安全的科技创新发展需求

张正卓¹, 窦学诚^{2*}, 杨妍¹ (1. 甘肃农业大学农学院, 甘肃兰州 730070; 2. 甘肃农村发展研究院, 甘肃兰州 730070)

摘要 农产品安全是农业发展的根本趋势,也是提高农业经济效益和增强农产品竞争力的重要途径,研究支持农产品安全的科技创新发展需求,是决定未来农业可持续发展的一项重要战略任务,具有重要的现实意义。在分析农产品安全内涵和生产系统结构、功能和影响因子的基础上,通过 AHP 分析,找出了病虫草害综合防治技术、农产品安全检测技术、生产资料无害化投入技术、环境质量调控技术是当前农产品安全生产急需解决的关键技术问题。

关键词 农产品安全;科技需求;AHP

中图分类号 F304.3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)09-02785-03

Study on AHP in the Demand of Technology of Agri-product safety in Lanzhou

ZHANG Zheng Zhuo et al (College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

Abstract The agricultural product security is the basic tendency in agricultural development, and also is an important way to enhance agricultural economy benefit and to enhance agricultural product competitive ability. Studying innovative requirement in science and technology to support farm production safety in Lanzhou City is important strategic mission, which has important practical or immediate significance in deciding sustainable development of agriculture in future. Based on the foundation of analysis of connotation of agricultural product security, system framework and influential factors, the urgently technical question of Lanzhou city in agricultural product safety was discovered through AHP analysis.

Key words AHP; Demand of technology; Agricultural products safety

自改革开放以来,我国农业生产取得了举世瞩目的成就^[1],但从总体上说我国农业的高速发展与传统生产技术息息相关。农药、化肥、兽药、激素等化学合成物质在农产品生产过程中的无序滥用,不仅造成环境污染、生态环境恶化,而且对农产品安全造成严重威胁^[2-4]。在 WTO 法律框架的约束下,农产品参与国际市场竞争的最大障碍将不再是“关税壁垒”,而是有关农产品安全性的“绿色壁垒”^[5]。在我国加入 WTO 后,我国农产品出口与进口国的贸易摩擦屡屡发生,其主要原因是我国出口的农产品达不到贸易国的技术要求^[6],这就提出了一个尖锐的宏观调控问题:如何保障农产品安全。目前世界上许多农业发达国家都通过制定标准、立法和认证^[7-8]来加强农产品安全的监督管理。我国不能照搬国外的经验,必须从实际情况考虑,因地、因时制宜,重点侧重于解决制约当地农产品安全生产的主要“瓶颈”。因此有必要对不同地区的农产品安全生产进行技术需求研究,确定其生产技术发展需求优先序,从而为政府决策提供依据。

1 农产品安全的内涵、特点及其对生产技术的特殊要求

“农产品安全”是我国农业系统基于 1974 年 FAO 针对当时世界粮食危机提出的“粮食安全”概念而延伸出来的,从“粮食安全”到“农产品安全”的演变过程反映了农产品安全已经发生了重大改变。特别是在我国农产品的供应格局从数量短缺逐步转变到结构性剩余以后,农产品安全的内涵发生了重大改变。从狭义的角度讲,农产品安全仅指农产品的质量安全,包括安全、营养、卫生、口感、外观形态以及加工形态等;从广义的角度讲,农产品安全不仅包括农产品质量安全,还特指一种有别于传统农业的现代农业生产方式,是对传统农业生产方式的改造和创新,农业的发展在保障农产品有效供给的同时,还必须从单纯注重经济目标向“生产、生

态、生活”协调发展的多元化目标转变^[13-14]。以卢良恕院士为代表的一批专家、学者在 20 世纪 90 年代根据世界农业发展趋势和农产品供求关系的变化首次提出了农产品安全内涵应包括 3 方面的内容:农产品的数量安全;农产品的质量安全;农产品生产的可持续安全^[15-16]。在我国,目前反映农产品安全的概念有:无公害农产品、绿色农产品和有机农产品。尽管它们在生产方式上存在差异,但其共同特点都是源于良好的生态环境和实行“从土地到餐桌”的全程质量管理。农产品安全内涵的复杂性决定了农产品安全生产具有不同于传统农业生产方式的鲜明特点:必须重视对环境的保护和农业的可持续发展;实行全程质量控制体系;是一个综合平衡技术体系^[17]。

2 农产品安全生产系统的结构、影响因子及其功能

农产品生产过程是一个自然再生产、经济再生产和社会生产关系再生产相统一的辩证过程。农业生产过程的不可逆性使农产品安全不仅体现在产中过程,而且还需向前延伸到产地生态环境治理,生产投入物的供应、监管,向后延伸到农产品安全检测、认证等方面^[18]。农业生产过程中环境、社会以及农产品本身不断进行物质、能量、信息交换的互动性不仅决定了农产品安全受生态环境系统(包括自然资源禀赋、生态环境质量等)的影响,而且不可避免地受到社会、政治、经济、技术水平、信息等条件的制约(表 1)。从这个意义上来说,农产品安全生产是比传统农业生产过程更为复杂、开放的系统工程,对这样一个比较复杂而庞大的系统,如果不从整体上协同优化,即使系统内每个因子都处于较优状态,也很难保证农产品安全。从总的方面说,影响我国农产品安全的主要因素除了法律法规不够健全和监督管理力度不够外,主要受科技水平的制约^[9-12]。但对于不同地区来说,由于社会、经济、环境、技术等条件的差异,农产品安全的主要制约因素会有所不同。因此研究支持农产品安全的科技创新发展优先需求,成为决定我国未来农业可持续发展的一项紧迫的战略任务。

基金项目 兰州市科技局软课题(05-1-92)。

作者简介 张正卓(1980-),男,甘肃靖远人,硕士研究生,研究方向:农产品安全与科技创新。* 通讯作者,硕士生导师,教授,Email: douxc@gsau.edu.cn。

收稿日期 2006-12-18

表1 农产品安全系统结构、影响因子及其功能

系统组成	影响因子	功能
环境系统	大气、土壤、灌溉用水质量状况等	农产品安全的基础支撑
生产系统	品种选育, 生产资料投入, 病虫害综合处理, 收获、加工、包装等	保障农产品安全的中枢神经
社会系统	农业政策, 农产品标准, 农产品检测, 农产品安全认证, 农产品市场准入, 劳动者数量、素质, 农户家庭收入, 消费者的认知水平, 资金、能量、信息投入水平等	农产品安全的社会保证
信息系统	农产品价格, 市场需求状况, 加工企业的加工能力; 国内外技术发展趋势等	农产品安全的动力牵引
流通系统	农产品加工、包装 品牌和标识、运输条件等	农产品安全的价值实现

3 应用AHP方法研究支持兰州市农产品安全的科技创新发展需求

3.1 建立层次目标结构矩阵 基于以上分析, 根据表1 内容将农产品安全生产的影响因子进行整合, 从技术的角度把农产品安全生产技术体系进行分为目标层(农产品安全)、准则层(产前一产中一产后3 个环节), 措施层(具体9 个生产管理技术指标), 建立目标层次结构矩阵(表2), 并应用AHP方法^[19]进行当前保障农产品安全迫切需要的技术需求研究, 所选指标体系分别反映了农产品安全对环境、社会、经济、科技、管理等因素的需求。

表2 农产品安全生产过程目标层次结构矩阵

目标层	准则层	措施层
农产品安全生产	产前 a1	a11 环境质量调控技术
		a12 标准制定与实施技术
		a13 农业生产资料供给与监管技术
	产中 a2	a21 生产资料无公害投入技术
		a22 无公害耕作栽培技术
		a23 病虫害防治技术
	产后 a3	a31 农产品安全检测技术
		a32 农产品商品化处理技术
		a33 农产品安全认证技术

3.2 评价人员的确定 为了能够使结果准确反映支持农产品安全的科技创新发展需求, 依据人们对农产品安全的敏感性及其理解程度的不同, 将调查人员分为3 类: , 从事农产品安全生产研究的专家、教授以及政府有关农业部门的官员; , 农产品生产者; , 普通消费者。每组100 人, 并对3 组人员的评价意见给予不同的重要性等级(表3)。

3.3 判断尺度的确立 在构造比较矩阵的过程中, 采用指数标度法^[20- 22](表4), 评价人员按照指定的判断尺度给出自己的意见。对被调查人员的问卷最终通过加权平均法将计算结果(近似取整数), 形成最终判断矩阵(分数统计过程略)。这样对于同一层次的 n 个指标, 可得到两两比较判断矩阵 $A = \{ a_{ij} \}$ 。判断矩阵中的值满足下列条件: $a_{ij} > 0, a_{ij} = 1/a_{ji}, a_{ii} = 1(i = j)$ 。

表3 评价人员权重值分配

人员类别	人员序号	重要度	权重值	重要度说明
	1 ~100	3	0.50	1- 重要性一般
	101 ~200	2	0.35	2- 重要性较强
	201 ~300	1	0.15	3- 重要性很强

表4 判断尺度

比较尺度	定义	说明
1	同等重要	两个因素对于同性质的性质有相同的重要性
2	稍微重要	从经验判断, 两个因素稍微偏重于一个因素
3	较强重要	从经验判断, 两个因素较偏重于一个因素
4	强烈重要	一个因素强烈偏重, 其主导地位在实际中显示出来
5	绝对重要	两个因素相比一个具有绝对重要性
6	极端重要	是两个因素偏重于一个因素的最高等级

对各层次元素重要性的两两比较, 可得到 A, A_1, A_2, A_3 4 个不同矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1/3 & 1/6 \\ 3 & 1 & 2 \\ 2 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}, A_1 = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1/2 \\ 1/2 & 1 & 1/4 \\ 2 & 4 & 1 \end{pmatrix}, A_3 = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 1/4 & 1 & 1/2 \\ 1/3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

然后求解判断矩阵的最大特征根及其所对应的特征向量。

计算判断矩阵每一行元素的乘积。 $M = \prod_{i=1}^n a_{ij} (i = 1, 2, \dots, n)$

计算 M 的 n 次方根。 $\bar{W}_i = \sqrt[n]{M_i} (i = 1, 2, \dots, n)$

将向量 $\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n]^T$ 归一化: 得

$$W_i = \bar{W}_i / \sum_{i=1}^n \bar{W}_i (i = 1, 2, \dots, n)$$

$W = [W_1, W_2, \dots, W_n]^T$ 即为所求的特征向量。

计算矩阵特征根 λ_i , 并找出其最大值。 $\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{AW_i}{W_i}$

依据以上方法, 分别得出矩阵 A, A_1, A_2, A_3 的特征向量 W, W_1, W_2, W_3 和特征根 $\lambda, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, 其值分别如下:

$$W = \begin{pmatrix} 0.636 & 986 \\ 0.104 & 729 \\ 0.258 & 285 \end{pmatrix}, W_1 = \begin{pmatrix} 0.163 & 452 \\ 0.539 & 614 \\ 0.296 & 961 \end{pmatrix}$$

$$W_2 = \begin{pmatrix} 0.285 & 714 \\ 0.142 & 587 \\ 0.571 & 428 \end{pmatrix}, W_3 = \begin{pmatrix} 0.625 & 013 \\ 0.136 & 500 \\ 0.238 & 487 \end{pmatrix}$$

4 一致性检验

在判断过程中, 由于人们对复杂事物的各因素采用两两比较时, 受自身知识文化水平的差异和社会认知心理的不同, 不可能做到对任何事物的判断完全一致, 从而存在估计误差, 并导致特征值及特征向量有偏差, 为了避免误差太大, 对判断矩阵的一致性进行检验。

求解判断矩阵的一般一致性指标 $C, C = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, n$ 为判断矩阵的阶数, λ_{max} 为判断矩阵 A 的非零最大特征根。当 $C = 0$ 时, 判断矩阵具有完全一致性; C 愈大, 判断矩阵的一致性就愈差。

$$A \cdot W = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & L & a_{n1} \\ a_{21} & a_{22} & L & a_{n2} \\ M & M & L & M \\ a_{n1} & a_{n2} & L & a_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ M \\ W_n \end{pmatrix}$$

$$(A \cdot W)_i = a_{i1} W_1 + a_{i2} W_2 + L + a_{in} W_n$$

$$\lambda_{max} = \max(\lambda_i), \lambda_i = \frac{(A \cdot W)_i}{W_i}$$

根据判断矩阵的平均随机一致性指标 RI (表5); 求出判断层次总排序的随机一致性比例 CR , $CR = \frac{CI}{RI}$, 其中当 $CR < 0.10$ 时, 层次总排序的计算结果具有令人满意的一致性; 如果 $CR > 0.10$, 要对本层次各判断矩阵进行调整, 直至层次总排序的一致性检验达到要求为止。

对 A 矩阵的一致性检验, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.009217 - 3) / (3 - 1) = 0.0046085$; $CR = CI / RI = 0.007945 < 0.1$, 证明判断矩阵具有满意一致性。

对 A_1 矩阵进行一致性检验, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.045679 - 3) / (3 - 1) = 0.022840$; $CR = CI / RI = 0.022840 / 0.58 = 0.039378 < 0.1$, 证明判断矩阵具有满意一致性。

对 A_2 矩阵的一致性检验, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.01025 - 3) / (3 - 1) = 0.00005$, $CR = CI / RI = 0.005125 < 0.1$, 证明判断矩阵具有满意一致性。

对 A_3 矩阵的一致性检验, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (3.028758 - 3) / (3 - 1) = 0.014379$; $CR = CI / RI = 0.014379 / 0.58 = 0.02479 < 0.1$, 判断矩阵具有满意一致性。

在上述一致性通过的基础上, 分别计算各层次元素的综合权重(表5), 综合权重的计算方法为 $W_j \times \lambda_i$ 。并根据计算结果排出技术需求优先序(表6)。

表5 各层次元素综合权重排序

P	a1	a2	a3	权重	排序
	0.163425	0.539614	0.296961		
a11	0.636986			0.104	4
a12	0.104729			0.017	9
a13	0.258285			0.042	7
a21		0.285714		0.154	3
a22		0.142857		0.077	5
a23		0.571428		0.308	1
a31			0.625013	0.186	2
a32			0.136500	0.041	8
a33			0.238487	0.071	6

表6 农产品安全生产技术需求排序

排序	指标	权重	含义
1	a23	0.308	病虫害防治技术
2	a31	0.186	农产品安全检测技术
3	a21	0.154	生产资料无害化投入技术
4	a11	0.104	环境质量调控技术
5	a22	0.077	无公害耕作栽培技术
6	a33	0.071	农产品安全认证技术
7	a13	0.042	农业生产资料供给与监管技术
8	a32	0.041	农产品商品化处理技术
9	a12	0.017	标准制定与实施技术

5 结论与讨论

研究表明, 农产品安全检测技术、生产资料无害化投入技术、环境质量调控技术是当前制约兰州市农产品安全的主要技术瓶颈, 是目前创新发展的重点。病虫害综合防治技术体系的建立是当前农业生产的一大难点, 其原因: 一是我国农业生产的主体是农民, 农民的科技文化素质是决定其对农业新技术采纳行为的主要限制因子, 特别在目前农产品市场存在严重信息不对称的情况下, 优质农产品很难实行优价, 农户收入的脆弱性限制了对新技术的需求; 二是当前还

不能在脱离农药、特别是高剧毒农药的情况下有效预防农产品的病虫害, 农药的大量使用必然成为农户防治病虫害的首选。三是造成农产品严重污染的常规农药、化肥等农业生产资料占市场份额的95%以上, 而用于农产品安全生产的生产资料不足5%^[24-25]。因此病虫害综合防治技术体系的建立必须加大对农民的科技文化知识培训, 增强他们应用农业高新技术的能力和对农产品病虫害防治技术。

从环境调控技术来说, 兰州市是我国重要的石油化工生产基地, 再加上特殊的地理条件, 生态环境质量相对较差, 环境污染已成为保障兰州市农产品安全的主要限制因子之一, 因此加快环境质量调控技术的研究显得尤为重要。但由于农产品安全生产过程是一个完整而又复杂的生态经济系统和新型现代农业体系, 必须运用“整体、循环、协调、再生”的生态学原理, 大力发展综合平衡技术体系, 这是农产品安全的必然要求, 也是应对农产品贸易壁垒, 促进农业及农村经济持续、快速、健康发展的重要手段。

参考文献

- [1] 张夫道, 张俊清, 赵秉强, 等. 无公害农产品市场准入及相关对策[J]. 植物营养与肥料学报, 2002, 8(1): 5-9.
- [2] 郑风田, 赵阳. 我国农产品质量安全问题与对策[J]. 中国软科学, 2003(2): 16-20.
- [3] 王强, 高春先. 食用农产品质量安全问题及全程控制[J]. 浙江农业学报, 2004, 16(5): 247-253.
- [4] 徐丙臣, 曹玉香, 赵起. 对农产品质量安全问题的思考[J]. 长江蔬菜, 2003(12): 5-6.
- [5] 全毅. 破解农产品出口技术壁垒[J]. 发展研究, 2004(11): 29-31.
- [6] 南喜平, 代永刚, 张学娟, 等. 餐桌食品安全性技术支撑体系的建立[J]. 农产品加工, 2000(8): 32-34.
- [7] 雷宝坤, 续勇波, 段宗颜, 等. 国内外生态农业的研究与发展现状及启示[J]. 西南农业学报, 2004(17): 276-280.
- [8] 翟勇, 孙兆敏, 唐臻, 等. 中国农产品质量安全体系建设的思考[J]. 中国农学通报, 2005, 21(10): 100-103.
- [9] 翟虎渠. 粮食安全的三层内涵[J]. 望新闻周刊, 2004(13): 59-60.
- [10] 王玉环, 徐恩波. 农产品质量安全内涵辨析及安全保障思路[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2004(6): 11-15.
- [11] 华元渝, 陈舒. 农业中国[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2003.
- [12] 杨天和, 褚保金. 中国农产品质量安全保障体系中的技术创新[J]. 南京农业大学学报, 2005, 28(3): 102-106.
- [13] KVENBERG J, STOLFA P, STRINGFELLOW D, et al. HACCP development and regulatory assessment in the United State of America[J]. Food Control, 2000(11): 387-401.
- [14] 刘振江, 相静波. 国内外有机食品的发展现状及前景[J]. 食品科技, 2005(12): 4-6, 13.
- [15] 戴小枫, 赵秉强. 我国农产品安全生产技术发展的现状与优先领域[J]. 科技导报, 2002(3): 46-49.
- [16] 陈素珊, 余心杰. 我国农产品安全性问题与技术发展趋势研究[J]. 农机化研究, 2003(3): 24-26.
- [17] 马雷, 张洪程. 我国农产品质量安全保障体系效能分析[J]. 粮食与饲料工业, 2005(8): 3-6.
- [18] AKELOF G. The market for lemons: quality uncertainty and the market mechanism[J]. Quarterly Journal of Economics, 1970, 84: 488-500.
- [19] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003: 235.
- [20] 许勇峰. 指数标度中重要度的研究[J]. 纺织高校基础科学学报, 2003, 16(2): 138-140.
- [21] 石建, 郭跃华. 基于指数标度的层次分析法及其应用[J]. 南通工学院学报: 自然科学版, 2004(3): 4-8.
- [22] 程菲, 罗键. 一种改进不确定型AHP算法探讨[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2006, 45(2): 186-190.
- [23] 王华书, 徐翔. 微观行为与农产品安全——对农户生产与居民消费的分析[J]. 南京农业大学学报: 社会科学版, 2004, 4(1): 24-29.
- [24] 曾昭鹏. 我国的农业生态环境问题及其治理对策[J]. 商业研究, 2003(15): 171-172.
- [25] 王爱军, 袁丛英. 绿色生物农药研究现状及发展[J]. 河北化工, 2006(1): 54-57.