

基于 ISM 的鲜活农产品供应链脆弱性影响因素分析

周业旺 副教授 (黄冈师范学院 湖北黄冈 438000)

基金项目: 湖北省教育厅科学技术项目 (D20152901); 湖北省教育厅人文社科项目 (14G405);

湖北省自然科学基金软科学项目 (2014BDH130)

中图分类号: F304 文献标识码: A

内容摘要: 鲜活农产品供应链作为社会经济系统中的一个子系统表现出脆弱性的特征。本文根据鲜活农产品流通模式, 在基于鲜活农产品供应链脆弱性影响因素定性分析基础上, 通过调查问卷, 采用解释结构分析模型, 得出鲜活农产品供应链脆弱性影响因素的多阶层次结构模型, 识别出鲜活农产品供应链脆弱性因子。鲜活农产品供应链脆弱性直接影响因素为信息渠道、农产品数量、协作机制、交货速度、自然灾害和政治事件, 这些因素会直接导致鲜活农产品供应链呈现脆弱性特征。此外, 需求突变是鲜活农产品供应链脆弱性的最关键影响因素。

关键词: 解释结构模型 鲜活农产品 脆弱性 影响因素

引言

目前我国鲜活农产品供应链呈现出速度慢、效率低下、成本高、稳定性差等缺点, 最直接的表现即是鲜活农产品流通成本占到产品成本的 60% 左右。成本高效率低的鲜活农产品供应链已经成为我国农业产业化进程巨大障碍。因此, 找出影响我国鲜活农产品供应链发展的关键因素, 对提高农民收入、促进整个农业和农村发展具有实际应用价值。

国外关于农产品供应链的研究较早, 主要从农产品供应链的稳定性、产品质量等方面取得了一定的研究成果 (Vander Vorst, 1999; Ilaria G. et al., 2004)。国内关于供应链的研究是目前管理工程学科的热点, 现有的文献中以研究工业产品供应链的居多, 而较少涉及到鲜活农产品供应链, 已有的鲜活农产品供应链的研究大多从风险、分配机制、绩效等角度指出农产品供应链发展中存在的问题。鲜活农产品供应链从本质上来看仍有一般系统所具有的脆弱性, 本文试图基于脆弱性理论指出鲜活农产品供应链的脆弱性特征, 运用定量的分析方法甄别农产品供应链脆弱性因子, 旨在为促进鲜活农产品产业健康发展提供更有针对性的借鉴。

鲜活农产品供应链脆弱性定义和特征

(一) 脆弱性研究现状

我国有关脆弱性的研究始于 20 世纪 80 年代末, 牛文元 (1989) 对生态环境脆弱带进行了判定。当前有关脆弱性的研究包括自然资源系统和人文社科系统两个领域的研究, 在人文系统领域, 研究者们已经将脆弱性的概念应用于对经济系统的研究, 如对旅游系统、供应链系统、金融系统等。金鸿章 (2005) 首次提出脆弱性是复杂系统的一个基本特性。

有关供应链脆弱性评估方面的研究成果不多, Svensson (2000) 构建了供应链脆弱性的理论模型, 通过分析扰动来源、扰动类别对脆弱性进行定性描述。现有文献中关于鲜活农产品供应链脆弱性的相关研究并不多见, 仅有的研究多是定性指出鲜活农产品供应链的脆弱性特征, 没有对鲜活农产品供应链做出定量的分析。Peck (2006) 认为供应链脆弱性与风险密切相关, 不应将供应链风险与脆弱性分开单独研究。宁钟等 (2004) 在系统分析供应链风险的基础上指出当不利事件对供应链造成严重破坏时, 风险才能成为脆弱性。

(二) 鲜活农产品脆弱性定义

鲜活农产品供应链作为社会经济系统中的一个子系统, 同样具有一般系统所具有的本质属性, 与自然环境、社会环境、经济环境等系统之间必然发生物质、信息的交换, 受系统之间相互影响、相互作用的结果, 使其必然存在着其脆弱性的特征。鲜活农产品供应链脆弱性的概念可以从以下结果特征进行界定: 一是鲜活农产品供应链系统内部存在不稳定性。这种不稳定性可能来自合作者之间的信息传递不畅、合作机制不牢固等因素。二是鲜活农产品供应链对外在的干扰和变化 (自然的或人为的) 比较敏感。一旦经济环境、社会环境发生微小变化都会影响到供应链

表 1 鲜活农产品供应链脆弱性影响因素

目标层次	影响因素	目标层次	影响因素
供需脆弱性	农产品数量 s_2	环境脆弱性	经济事件 s_{16}
	农产品质量 s_3		政治因素 s_{17}
	需求变化 s_4		自然灾害 s_{18}
	消费者偏好 s_5		道德因素 s_9
信息脆弱性	信息传递速度 s_6	合作脆弱性	利益分配 s_{10}
	信息渠道 s_7		文化差异 s_{11}
	信息共享 s_8		协作机制 s_{12}
物流脆弱性	交货速度 s_{14}		价格波动 s_{13}
	产品损耗 s_{15}		

的稳定性。三是在外在干扰和外部环境变化的影响下，已建的鲜活农产品供应链会受到某种程度的破坏，并且难以恢复。四是造成鲜活农产品供应链脆弱性的因素可能来自鲜活农产品供应链内部以及外部的自然、社会、经济系统等多个方面，有多种诱因。

(三) 鲜活农产品供应链脆弱性影响因素

目前鲜活农产品流通模式各异，流通模式的不同使其供应链的组成结构存在差异，因此导致产生鲜活农产品供应链脆弱性的因素众多，在构建鲜活农产品供应链脆弱性影响因素体系上还要考虑脆弱性因素危害性、可能性和可控性等，这样得出的分析结果才会对某一特定的鲜活农产品行业的发展决策起到有意义的指导作用。根据鲜活农产品多种流通模式共同的供应链属性以及各节点特征，在归纳相关文献研究的基础上，结合鲜活农产品产业特点，对鲜活农产品供应链脆弱性影响因素从供需机制、信息机制、合作机制、物流条件以及外部环境等六大方面的脆弱性影响因素进行分析。

供需机制脆弱性。因现阶段鲜活农产品生产固有分散性和季节波动性等缺点而不能保证农产品数量和质量，最终会引起鲜活农产品供应脆弱性，导致整个供应链链条受到损失。在需求环节，由于市场竞争的加剧，消费者对农产品多样化和个性化需求的不断加强，这种需求方面的不确定性使得供应链脆弱性不断增加。在供需机制脆弱性方面，本文选取农产品数量、农产品质量、需求变化和消费者偏好四个指标作为表征鲜活农产品供应链脆弱性因素。

信息机制脆弱性。鲜活农产品流通模式的多样性和供应链链条较长等原因导致生产者、流通企业、物流企业和消费者之前无法了解真实的信息，同时鲜活农产品信息平台的效率低下容易出现信息传递延时和信息失真，产生鲜活农产品信息机制的脆弱性。因此，选取信息传递速度、信息真实性及信息共享三个指标表征鲜活农产品供应链信息机制的脆弱性。

合作脆弱性因素。鲜活农产品供应链中，由于信息不对称及不确定性存在，就会导致鲜活农产品供应链节点企

业只顾追求自身利益而选择避险行为与增加自身收益，为道德脆弱性因素的发生提供了可能。特别是我国农业系统各方面建设还不够完善，不确定因素较多，以致生产者、采购商、销售商及消费者间存在很多脆弱性因素的影响。同时区域性文化差异巨大，以及民族、地域及行业等方面差异，导致供应链不能高效运转，甚至使合作关系彻底破裂。因此，将鲜活农产品供应链合作机制脆弱性因素选定为道德风险、利益分配、文化差异、协作机制及价格波动五方面。

物流脆弱性因素。鲜活农产品作为易腐蚀产品，在物流配送环节对配套物流服务硬件和软件具有很高要求。而现阶段大多农村物流基础设施陈旧，管理水平比较低导致鲜活农产品流通效率落后，产品物流过程损耗严重。在物流机制方面，选取交货延迟、产品损失作为鲜活农产品供应链物流脆弱性因素的来源。

环境脆弱性因素。健康稳定的市场经济环境是供应链能够正常运转的必要条件。受世界总体经济发展格局和国内产业结构调整的影响，近年来，经济增长率明显下降。鲜活农产品供应链脆弱性环境因素来源主要有经济、政治及自然环境等方面。在环境脆弱性方面，选取经济形式、政治影响和自然条件作为鲜活农产品供应链运作的环境背景，构成供应链的环境脆弱性影响因素。

基于 ISM 的鲜活农产品供应链脆弱性影响因素分析

现阶段，国内关于鲜活农产品供应链脆弱性影响因素大多采用定性的分析方法，得出的结论过于笼统，不能很好地解释因素之间的相互关系。根据前文对鲜活农产品供应链脆弱性的概念和影响因素的分析可以看出，鲜活农产品供应链影响因素的具体数据较难获得，同时，这些影响因素内部结构复杂，定性的分析方法和传统的定量分析方法很难解决好鲜活农产品供应链脆弱性影响因素的关系和结构问题。基于此，本文在基于鲜活农产品供应链脆弱性影响因素定性分析基础上，根据调查问卷，分析出鲜活农产品供应链脆弱性影响因素之间的内部相互关系和结构层次，采用解释结构分析模型，得出鲜活农产品供应链脆弱性影响因素的多层次结构模型，分析脆弱性影响因素结构特点，以期深入分析脆弱性影响因素的内部层次结构。

(一) ISM 模型简介

ISM (Interpretative Structural Mode, ISM) 模型，又称解释结构模型，于 1973 年由美国华费尔教授首次提出。该模型是为分析具有复杂结构的社会经济系统而开发的一种结构模型，现已成为一种常用的系统工程分析方法，ISM 模型能够将包含大量无序的、复杂的、离散的、静态

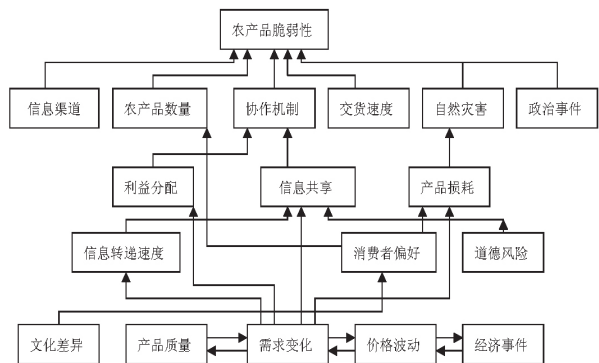


图 1 鲜活农产品供应链脆弱性影响因素结构模型

的系统,运用专家的专业知识和人们的经验判断得出各个系统影响因素之间关系,然后构建图表和矩阵进行结构关系的描述,最终构成一个多阶层次解释结构模型。

ISM 分析问题的步骤如下:第一,确定影响研究对象的因素;第二,确定各个因素之间的相互作用关系,从而构造邻接矩阵 $A=\{a_{ij}\}_{n \times m}$;第三,通过 A 求可达矩阵 $M=\{a_{ij}\}_{n \times m}$;第四,对可达矩阵 M 进行区域和级间分解,找出其可达集、前因集和共同集;第五,构建递阶系统结构图。

(二) 鲜活农产品供应链脆弱性解释结构模型的分析

根据前文对鲜活农产品供应链脆弱性影响因素分析后得出的结果,将鲜活农产品供应链脆弱性影响因素五个方面的 17 个因素总结在表 1 中,并以 s_i 来代表鲜活农产品供应链脆弱性,并对脆弱性影响因素进行了编号。

在具体确定表 1 所示鲜活农产品供应链脆弱性各个影响因素之间的相互关系时,本文对组成鲜活农产品供应链的节点进行问卷调查,节点包括农户、合作社、流通企业、以及专家老师。一共发出问卷 240 份,回收有效问卷 225 份,问卷有效回收率为 83%。 s_i 对 s_j 有影响,填 1, s_i 对 s_j 无影响,填 0。对于相互有影响的因素,取影响大的一方为影响关系。根据 ISM 建模步骤,先求出鲜活农产品供应链脆弱性影响因素的邻接矩阵 A ,然后根据可达矩阵构成元素的计算原则和 Matlab7.0 软件,由邻接矩阵 A 得到影响因素的可达矩阵 M 。

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} & s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} & s_{15} & s_{16} & s_{17} & s_{18} \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \\ s_8 \\ s_9 \\ s_{10} \\ s_{11} \\ s_{12} \\ s_{13} \\ s_{14} \\ s_{15} \\ s_{16} \\ s_{17} \\ s_{18} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$M = \begin{matrix} & \begin{matrix} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 & s_7 & s_8 & s_9 & s_{10} & s_{11} & s_{12} & s_{13} & s_{14} & s_{15} & s_{16} & s_{17} & s_{18} \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ s_5 \\ s_6 \\ s_7 \\ s_8 \\ s_9 \\ s_{10} \\ s_{11} \\ s_{12} \\ s_{13} \\ s_{14} \\ s_{15} \\ s_{16} \\ s_{17} \\ s_{18} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

根据最高层因素的确定方法对于可达矩阵 M 进行级别划分,可以得到五个级别区间: $L_1=\{1\}$; $L_2=\{7, 2, 12, 14, 17, 18\}$; $L_3=\{8, 10, 15\}$; $L_4=\{6, 9, 5\}$; $L_5=\{11, 3,$

4, 13, 16}。通过整理,得到鲜活农产品供应链脆弱性影响因素间的关联与层次结构,如图 1 所示。

(三) 结果分析

由图 1 可得出鲜活农产品供应链脆弱性影响因素的一个五级递阶有向层次结构模型。鲜活农产品供应链的脆弱性直接影响因素为信息渠道、农产品数量、协作机制、交货速度、自然灾害和政治事件,这些因素会直接导致鲜活农产品供应链呈现脆弱性特征。而在这六个因素中,自然灾害和政治因素不确定性大,从主观上较难控制。但其它四个因素从农产品生产地区的政府、行业协会、大型流通企业的角度而言,在某种意义上来讲是属于可控因素。构建畅通的农产品信息渠道,将有助于生产者和销售者及时了解和调整生产及销售计划。农产品的数量与交货速度直接相关,农产品数量同时会影响到物流成本以及物流过程中产品的保管质量,因此,地方在生产鲜活农产品的过程中,尽量整合当地的农户和生产者进行规模化生产,与合作社、大型流通企业和物流公司建立长期的合作机制将有利于农产品供应链的稳定,降低脆弱性的发生。

结构模型中第 5 层的因素是产生脆弱性的深层影响因素,进一步分析可以看出,需求变化产生的鲜活农产品市场不确定性对第 2、3、4 层及第 5 层内部都有直接的影响。消费者需求的变化使得鲜活农产品供应链上游的各个节点之间很难建立一种长期稳定的协作机制来达到各个参与者的利益最大化,导致供应链脆弱性的产生。因此,可以将需求突变作为鲜活农产品供应链脆弱性的最关键影响因素。需求变化对信息共享、信息渠道和协作机制提出了更高的要求,但鲜活农产品生产的组织者更要重点关注消费者需求特点以及变化趋势,了解整个农产品市场的需求特点,通过改良和研发新产品推出消费者需求的农产品,才能建立高效稳定的鲜活农产品供应链系统。

参考文献:

1. 周应恒, 卢凌霄. 生鲜蔬菜供应链效率研究——以南京为例 [J]. 江苏农业科学, 2008 (2)
2. 江波. 农产品供应链垂直协作关系研究 [D]. 四川农业大学, 2008
3. 张学志, 陈功玉. 我国农产品供应链的运作模式选择 [J]. 中国流通经济, 2009 (10)
4. 肖玉明, 汪贤裕. 基于熵理论的供应链稳定性预警分析 [J]. 管理工程学报, 2008, 22 (3)
5. 柴磊. 农产品供应链构成及稳定性研究 [D]. 西南交通大学硕士学位论文, 2008
6. 牛文元. 生态环境脆弱带 ECOTONE 的基础判定 [J]. 生态学报, 1989, 9 (2)
7. 金鸿章, 李琦, 吴红梅. 基于脆性因子的复杂系统脆性分析 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2005, 26 (6)
8. 宁钟. 供应链脆弱性影响因素及其管理原则 [J]. 中国流通经济, 2004 (14)