

文章编号:1002-980X(2007)11-0079-06

基于演化博弈论的农产品质量安全研究

陈小霖^{1,2}, 冯俊文¹

(1. 南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094; 2. 苏州市农业行政执法支队, 江苏 苏州 215011)

摘要:首先对国内外将博弈理论用于农产品质量安全领域的研究成果进行回顾总结,指出大多研究都采用经典博弈理论的缺陷,尝试运用演化博弈理论深入探讨农产品供应链的策略空间以及演化趋势。通过农产品质量安全演化博弈模型的构建和分析,得出农产品供应链市场的演化相图以及在每一个平衡点的演化稳定特性,很好地揭示了农产品供应链的演化进程,为有效制定相关政策保障农产品质量安全提供了科学依据。

关键词:农产品质量安全;演化博弈;农产品供应链;演化相图;博弈论;

中图分类号:F762 **文献标志码:**A

近年来,农产品质量安全已经成为人们越来越关注的问题,研究者们也努力尝试利用各种先进管理技术探讨保障农产品质量安全的理论和方法,其中有不少学者关注将博弈理论应用于保障农产品质量安全的研究。最早的相关研究源于 Maz é 等针对欧洲农产品供应链特性,分析了农产品质量安全与农产品治理结构的关系问题,并首次提出合理利用博弈理论能够全面提升农产品质量观点^[1]; Hennessy 等论述了在安全食品的供给中食品产业的领导力量的作用及机制,阐释了食品行业中寡头博弈对整个行业的质量引导^[2]; Vetter 等针对食品具有消费者无法识别质量安全的信任品这一特性,运用博弈理论验证了食品供应链的纵向一体化的过程存在一定道德风险问题^[3]; Weaver 等和 Hudson 则对食品供给链中的契约合作博弈进行了详尽的理论和实证分析^[4-5]。

国内最突出贡献的一篇文献^[6]研究了食品供应链中行为主体间在一次博弈、重复博弈和不完全信息动态博弈下的战略选择。研究表明,在市场中常见的一次性市场交易中食品供应链行为人会出于自身利益最大化的动机而选择不合作的机会主义行为。但是在无限期的重复博弈中,食品链中行为人会达成一种合作均衡,从而实现食品供给的质量安全性。另外,文献^[7]针对滥用食品质量安全标签(如

无公害、绿色、有机食品标签等)的现象,以食品生产商和消费者作为博弈方,建立博弈模型,分析信号博弈的三种贝叶斯均衡及其条件,得出了不对称情况下政府控制食品质量安全的策略。文献^[8]针对我国农产品加工企业存在着销售难、企业间恶性竞争以及国际市场开拓艰难等一系列问题,运用三个经典博弈论模型,对当前我国农产品加工企业的经济行为做出合理解释,并提出相应的保障农产品质量安全政策建议。文献^[9]则研究说明政府主管部门与食品企业之间,在面对食品质量安全的保护与监督方面存在博弈关系,通过对其静态博弈模型和动态博弈模型的分析,认为保障食品质量安全必须得到政府及其主管部门、食品企业等各方面的共同合作博弈。

然而以上相关总结文献,研究分析所依托的都是经典博弈理论,纳什均衡是经典博弈论中最重要的概念,纳什均衡得以实现的前提是“完全理性”假设,它要求博弈参与人具备“无限回归推理”能力。但事实上在现实经济生活中,我们不可能假定参与人总能冷静地做出完全理性的决策,而必须考虑到博弈参与人的决策可能会受到很多暂时性的非理性因素的干扰,这种暂时性的干扰可能会破坏其他参与人对该参与人的理性的预期,从而导致均衡未必能够实现。那么在这种情况下,基于策略在世代更

收稿日期:2007-06-17

作者简介:陈小霖(1973—),女,江苏南通人,南京理工大学经济管理学院管理学博士生,供职于苏州市农业行政执法支队,研究方向:管理决策与分析、农产品供应链管理;冯俊文(1960—),男,山西太原人,南京理工大学经济管理学院管理学教授,博士生导师,研究方向:管理理论,金融理论。

迭中的适应性所提出的“演化博弈理论”显得尤为重要:在重复博弈中,仅仅具备有限信息的个体根据其既得利益不断地在边际上对其策略进行调整以追求自身利益的改善,最终达到一种动态平衡,在这种平衡状态中,任何个体不再愿意单方面改变其策略,称这种平衡状态下的策略为演化稳定策略,并称这样的博弈过程为演化博弈^[10]。本文就是尝试利用演化博弈论详细分析农产品供应链的策略空间以及演化趋势,从而得出农产品供应链市场的演化相图以及在每一个平衡点的演化稳定特性,以期深入揭示了农产品供应链的演化进程,为有效制定相关政策保障农产品质量安全提供更客观的科学依据。

1 农产品质量安全演化博弈模型描述

首先确定农产品给消费者影响的效用函数。农产品给消费者带来的效用有多种,如饱腹、味觉享受、营养、保健等,本节研究借鉴文献[11]、[12]提出的产品二元价值论,认为农产品具有二元价值,消费者可以从农产品消费获得基本价值功能,如饱腹、味觉享受等,和超越价值功能,如质量安全,二元价值之效用为二元效用。在需求量确定,单位农产品的二元效用 U 等于:

$$U = \omega_1 u(p) + \omega_2 v(p, s) \quad (1)$$

式中 u 和 v 分别表示消费者从产品基本价值功能和超越价值功能各获得的效用,其值可通过产品功能属性的效用函数来计算;该二元效用函数与农产品的价格 p 、消费量 x 、需求量 w 、农产品安全度 s 有关(农产品安全度可由科学的农产品危险性评估模型获得),且满足以下关系: $\frac{\partial u}{\partial p} < 0$, $\frac{\partial v}{\partial p} < 0$, $\frac{\partial v}{\partial s} > 0$

ω_1 和 ω_2 表示两种属性在消费者心目中的权重,其值非负且满足:

$$\omega_1 + \omega_2 = 1 \quad (2)$$

由于农产品有信任品的特征,消费者在消费后不能修正对于农产品质量安全特性的概率,但在消费前通过一些途径可以获得安全和非安全农产品分别所占的概率,如通过第三方(如政府)调查公布,以及广告、新闻等。

假设若干个农产品消费者,选择贴有安全标签(如无公害农产品标签等)农产品的消费者占 x ,选择不贴有安全标签的一般农产品的消费者占 $1 - x$ (这两个概率也可以理解为一个消费选择安全农产品的可能性,对于若干个消费者,该概率表示其期望值)。在无约束情况下,由于信息不对称,农产品供

给方有可能以次充好,违规贴标签,企图获得超额利润。因此选择安全农产品的消费者有可能得不到安全效用。为了便于分析,假设同种农产品的基本功能效用是不变的,购买一单位某种安全农产品、一般农产品和假冒伪劣的“安全农产品”的消费者分别获得的效用 U_1 、 U_2 和 U_2' 表示:

$$U_1 = \omega_1 u_1 + \omega_2 v_1 \quad (3)$$

$$U_2 = \omega_1 u_2 + \omega_2 v_2 \quad (4)$$

$$U_2' = \omega_1 u_2' + \omega_2 v_2 \quad (5)$$

其中, $U_1 > U_2 > U_2'$

那么购买一单位同种贴有安全标签的农产品的消费者获得的效用用 $U_1(s)$ 表示:

$$U_1(s) = \begin{cases} \omega_1 u_1 + \omega_2 v_1 & s = 1 \\ \omega_1 u_2' + \omega_2 v_2 & s = 0 \end{cases} \quad (6)$$

假设 s 是独立同分布的,且服从两点分布。其中 $s = 1$ 表示消费者购买到的是货真价实的安全农产品, $s = 0$ 表示消费者购买到的是由一般农产品假冒的安全农产品,其概率随演化进程而改变。

确定好农产品给消费者影响的效用函数之后,接下来对供给方和消费者不同策略选择所造成的可能收益进行分析。由于农产品信任品特征,即使有政府的监督工作,终因投入产出的考虑而无法对农产品企业时时监控,只能通过定期的检查给予惩罚,并将检查结果公之于众,假设这种惩罚对于企业来说是微不足道的(企业甚至可以通过某些手段避免惩罚),那么政府对于农产品市场的调整将更多地体现在将权威的调查数据定期告知消费者。本模型先不考虑政府对假冒伪劣的惩罚给农产品生产方带来的风险成本,建立一般演化博弈模型;在随后的模型结论分析中,进一步考虑政府监管,分析政府监管对演化博弈模型的影响。根据上面的描述,供给方和消费者的各种选择的可能情形的收益归纳为表 1。

显然,参与人 A(农产品供给方)采取纯策略 A_1 的平均支付是:

$$E(A_1) = - (1 - x_t) C_1 + x_t (P_H - C_1) = x_t P_H - C_1 \quad (7)$$

采取纯策略 A_2 的支付分两种情况,其平均支付为:

$$E(A_2) = \mu E(A_{21}) + (1 - \mu) E(A_{22}) = \mu [- (1 - x_t) C_1 + x_t (P_H - C_2)] + (1 - \mu) [(1 - x_t) (P_L - C_2) - x_t C_2] = x_t (\mu P_H + \mu P_L - P_L) - (\mu P_L - P_L + C_2) \quad (8)$$

以 y 和 $1 - y$ 的概率选取策略 A_1 和 A_2 的平均支付是:

表 1 供给方和消费者不同策略选择的可能收益

第 t 期农产品供给方和消费者的收益函数			消费者(B)	
			以概率 1 - x _t 选择 一般农产品(B ₁)	以概率 x _t 选择 一般农产品(B ₂)
农产品供给方 (A)	以概率 y _t 提供货真价实的安全农产品(A ₁)		- C ₁ , 0	P _H - C ₁ , U ₁ (s)
	以概率 1 - y _t 提供一般农产品(A ₂)	以概率 μ 贴上安全农产品标签,并以安全农产品的价格卖出(A ₂₁)	- C ₂ , 0	P _H - C ₂ , U ₁ (s)
		以概率 1 - μ 提供一般农产品(A ₂₂)	P _L - C ₂ , U ₂	- C ₂ , 0

$E(A) = y_t E(A_1) + (1 - y_t) E(A_2)$ (9)

而参与人 B(消费者)采取纯策略 B₁ 和 B₂ 的平
均支付分别是

$E(B_1) = (1 - y_t) (1 - \mu) U_2, E(B_2) = (y_t + \mu - \mu y_t) E(U_1(s))$ (10)

其中 $E(U_1(s)) = \frac{y_t}{y_t + \mu - \mu y_t} U_1 + \frac{\mu - \mu y_t}{y_t + \mu - \mu y_t} U_2$, 所以:

$E(B_2) = y_t U_1 + (\mu - \mu y_t) U_2$ (11)

以(1 - x_t)和 x_t 的概率选取策略 B₁ 和 B₂ 的平

均支付是:

$E(B) = (1 - x_t) (1 - y_t) (1 - \mu) U_2 + x_t y_t U_1 + x_t (\mu - \mu y_t) U_2$ (12)

根据文献[13], 消费者和企业策略选择概率的
变化可以用如下离散动力系统描述:

$$\begin{cases} x_{t+1} = x_t \frac{E(B_2)}{E(B)} \\ y_{t+1} = y_t \frac{E(A_1)}{E(A)} \end{cases}$$
 (13)

即二维离散动态系统:

$$\begin{cases} x_{t+1} = x_t + \frac{x_t(1 - x_t) [y_t(U_1 + U_2 - \mu U_2 - \mu U_2') - (U_2 - \mu U_2 - \mu U_2')]}{(1 - x_t) (1 - y_t) (1 - \mu) U_2 + x_t y_t U_1 + x_t (\mu - \mu y_t) U_2} \\ y_{t+1} = y_t + \frac{y_t(1 - y_t) \{ x_t(1 - \mu) (P_H + P_L) - [(P_L + C_1) - (\mu P_L + C_2)] \}}{y_t(x_t P_H - C_1) + (1 - y_t) [x_t(\mu P_H + \mu P_L - P_L) - (\mu P_L - P_L + C_2)]} \end{cases}$$
 (14)

令 $x_{t+1} = x_t, y_{t+1} = y_t$, 在非零和博弈中, $E(A) \neq 0, E(B) \neq 0$ 则有:

$$\begin{cases} x_t(1 - x_t) [y_t(U_1 + U_2 - \mu U_2 - \mu U_2') - (U_2 - \mu U_2 - \mu U_2')] = 0 \\ y_t(1 - y_t) \{ x_t(1 - \mu) (P_H + P_L) - [(P_L + C_1) - (\mu P_L + C_2)] \} = 0 \end{cases}$$
 (15)

为了便于分析,假设 $\Delta_1 = U_1 + U_2 - \mu U_2 - \mu U_2', \Delta_2 = U_2 - \mu U_2 - \mu U_2', \Delta_3 = (1 - \mu) (P_H + P_L), \Delta_4 = (P_L + C_1) - (\mu P_L + C_2)$, 由假设可知 $\Delta_1, \Delta_3, \Delta_4 > 0$, 用 x_t', y_t' 分别表示为:

$$\begin{cases} x_t' = x_t(1 - x_t) (y_t \Delta_1 - \Delta_2) \\ y_t' = y_t(1 - y_t) (x_t \Delta_3 - \Delta_4) \end{cases}$$
 (16)

易知(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)是该动态复制
系统的平衡点, 以及当 $0 < \frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3} < 1$ 时, $\frac{\Delta_1}{\Delta_3}, \frac{\Delta_2}{\Delta_4}$ 亦
是系统的一个平衡点。下面根据该系统相应的雅可
比(Jakobian)矩阵的局部稳定性分析研究系统在这些
平衡点的局部稳定性。对 x_t', y_t' 分别关于 x_t 及
 y_t 求偏导数, 可得雅可比矩阵为:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial x_t'}{\partial x_t} & \frac{\partial x_t'}{\partial y_t} \\ \frac{\partial y_t'}{\partial x_t} & \frac{\partial y_t'}{\partial y_t} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} (1 - 2x_t) (y_t \Delta_1 - \Delta_2) & x_t(1 - x_t) \Delta_1 \\ y_t(1 - y_t) \Delta_3 & (1 - 2y_t) (x_t \Delta_3 - \Delta_4) \end{bmatrix}$$
 (17)

矩阵 J 的行列式为:

$\det J = (1 - 2x_t) (1 - 2y_t) (y_t \Delta_1 - \Delta_2) (x_t \Delta_3 - \Delta_4) - x_t y_t (1 - x_t) (1 - y_t) \Delta_1 \Delta_3$ (18)

矩阵 J 的迹为:

$trJ = (1 - 2x_t) (y_t \Delta_1 - \Delta_2) + (1 - 2y_t) (x_t \Delta_3 - \Delta_4)$ (19)

2 农产品市场的稳定性分析及其演化
相图

下面对上面分析所得的平衡点进行稳定性分
析, 并进而刻画出农产品市场的演化相图。

1) 考虑平衡点(0, 0), $\det J = \Delta_2 \Delta_4, trJ = -\Delta_4 - \Delta_2$ 。根据离散动态系统稳定性条件, 当且仅当
 $\begin{cases} \det J > 0 \\ trJ < 0 \end{cases}$ 时, 该平衡点为 ESS 稳定, 因为 $\Delta_4 > 0$, 所

以只需要验证 Δ_2 , 当 $\Delta_2 > 0$ 时, $U_2 - \mu U_2' - \mu U_2' > 0$, 可见, 只要 $\mu < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$, $(0, 0)$ 为 ESS 稳定。当

$\mu > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时, $(0, 0)$ 为鞍点。

2) 考虑平衡点 $(0, 1)$, $\det J = (\Delta_1 - \Delta_2) \Delta_4$, $trJ = \Delta_1 - \Delta_2 + \Delta_4$, 因为 $\Delta_1 - \Delta_2 = U_1 > 0$, $\Delta_4 > 0$, 所以 $\det J > 0$, $trJ > 0$, 因此 $(0, 1)$ 为不稳定点。

3) 对于平衡点 $(1, 0)$, $\det J = (\Delta_3 - \Delta_4) \Delta_2$, $trJ = \Delta_3 - \Delta_4 + \Delta_2$, 只有当 $\begin{cases} \Delta_3 - \Delta_4 < 0 \\ \Delta_2 < 0 \end{cases}$ 时, $(1, 0)$ 为 ESS 稳定。

$\Delta_3 - \Delta_4 = (1 - \mu) P_H - (C_1 - C_2)$, 所以 $\mu > 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H}$; 当

$\begin{cases} \mu > 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} \\ \mu > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'} \end{cases}$ 成立时, 即 $(1, 0)$ 为 ESS 稳定。

稳定。

4) 考虑平衡点 $(1, 1)$, $\det J = (\Delta_3 - \Delta_4) (\Delta_1 - \Delta_2)$, $trJ = -(\Delta_3 - \Delta_4) - (\Delta_1 - \Delta_2)$, 只有当 $\begin{cases} \Delta_3 - \Delta_4 > 0 \\ \Delta_1 - \Delta_2 > 0 \end{cases}$ 成立时, 即 $\begin{cases} \mu < 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} \\ U_1 > 0 \end{cases}$ 时, 即 $(1, 1)$

为 ESS 稳定。当 $\mu > 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H}$ 时, 由于 $\det J < 0$, $(1, 1)$ 为鞍点。

5) 考虑当 $0 < \frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3} < 1$, 平衡点 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$ 的稳定性。 $\det J = -x_t y_t (1 - x_t) (1 - y_t) \Delta_1 \Delta_3$, $trJ = 0$, 由于 $\Delta_1, \Delta_3 > 0$, 则 $\det J < 0$, 所以 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$ 为鞍点。

找出农产品市场演化的稳定点后, 易知农产品市场的演化稳定性由 μ 的大小决定, μ 的取值范围主要与 $(1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H})$ 和 $(1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'})$ 之间的大小关系有关。

当 $1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时, 即 $P_H > \frac{U_2 + U_2'}{U_2'} (C_1 - C_2)$ 时, 农产品市场的演化稳定性可分为如下三种情况:

1) 当 $\mu > 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时, 系统有四个平衡点 $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$ 。其中 $(1, 0)$ 为 ESS 稳定, $(0, 0)$, $(1, 1)$ 为鞍点, $(0, 1)$ 为不稳定点, 演化相图如图 1 所示。

可见, 当一般农产品滥贴标签摇身变成“安全农

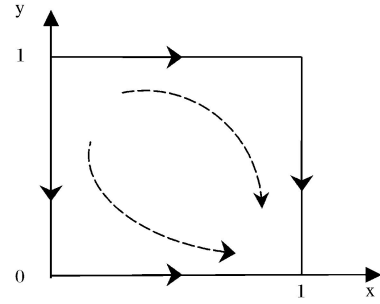


图 1 演化相图 1

产品'的比率过高时, 真正的安全农产品生产商利益受到侵害, 转而生产一般农产品, 并假冒成安全农产品, 最终所有农产品生产商都生产一般农产品并贴上“安全农产品”的标签。对于消费者来说, 虽然 $U_2 > U_2'$, 消费者购买一般农产品获得的效用比购买假冒伪劣的“安全农产品”要高, 但由于 $\Delta_2 < 0$, 即 $(1 - \mu) U_2 < \mu U_2'$, 消费者明知道受欺骗的可能性很大, 但不可能通过减少农产品消费来抵制假冒伪劣。此时消费者无法通过自身的效用偏好来引导市场的走向, 而是完全由农产品生产方决定农产品的安全状况, 最终的演化结果是农产品生产商只生产假冒伪劣的“安全农产品”, 消费者接受假冒伪劣的“安全农产品”。

2) 当 $1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'} < \mu < 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H}$ 时, 系统有

五个平衡点 $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$ 以及 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$, 其中 $(1, 1)$ 为 ESS 稳定, $(0, 0)$, $(1, 0)$, $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$ 为鞍点, $(0, 1)$ 为不稳定点, 演化相图如图 2 所示。

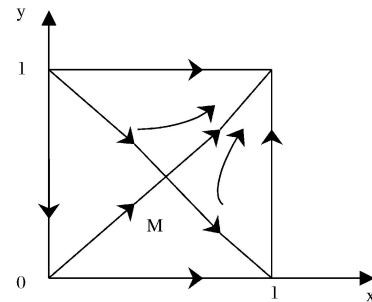


图 2 演化相图 2

3) 当 $\mu < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'} < 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H}$ 时, 系统有

五个平衡点 $(0, 0)$, $(0, 1)$, $(1, 0)$, $(1, 1)$ 以及 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$, 其中 $(0, 0)$, $(1, 1)$ 为 ESS 稳定, $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_4}{\Delta_3})$ 为鞍

点, (1, 0), (0, 1) 为不稳定点, 演化相图如图 3 所示。

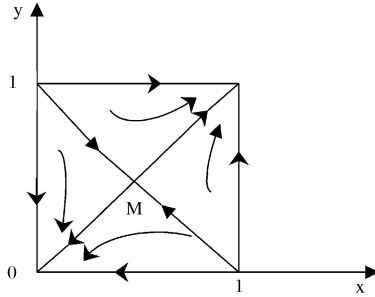


图 3 演化相图 3

当 μ 比两者都小时, 农产品市场以为 (0, 1) - (1, 0) 分界线, 当农产品市场初始状态处于上半平面时演化最终结果为 (1, 1), 即农产品生产商选择生产货真价实的安全农产品 (贴有标签), 消费者选择贴有安全标签的农产品; 处于下半平面时演化最终结果为 (0, 0), 即农产品生产商选择生产一般农产品 (没有按全标签), 消费者选择不贴标签的一般农产品。

当 $1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$, 即 $P_H < \frac{U_2 + U_2'}{U_2'}$ ($C_1 - C_2$) 时, 其中 1)、3) 中农产品市场的系统平衡点、平衡点的演化稳定性和系统演化相图与前面的相同, 唯一不同的就是演化稳定条件。只有 2) 稳定点不同, 因此有下面三种情况:

当 $\mu > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'} > 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H}$, 系统有四个平衡点 (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1) 其中 (1, 0) 为 ESS 稳定, (0, 0), (1, 1) 为鞍点, (0, 1) 为不稳定点, 演化相图如图 4 所示, 其经济含义同 1)。当 $1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} < \mu < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时, 系统有五个平衡点 (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1) 以及 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_3}{\Delta_4})$, 其中 (0, 0) 为 ESS 稳定, (1, 1), (1, 0), $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_3}{\Delta_4})$ 为鞍点, (0, 1) 为不稳定点, 演化相图如图 4 所示; 结合 2) 可知, 当 μ 大小介于两者之间时, $1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时生产安全农产品时利益受损, 生产假冒伪劣农产品则因为需求量小而逐渐无利可图, 消费者倾向于购买一般农产品, 因此演化结果为 (0, 0); $1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} > 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时情况正好相反, 其演化结果为 (1, 1)。只有在这种情况下 $\frac{C_1 - C_2}{P_H}$ 与 $\frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 之间的大小具

有决定性作用。当 $\mu < 1 - \frac{C_1 - C_2}{P_H} < 1 - \frac{U_2'}{U_2 + U_2'}$ 时, 系统有五个平衡点 (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1) 以及 $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_3}{\Delta_4})$, 其中 (0, 0), (1, 1) 为 ESS 稳定, $(\frac{\Delta_2}{\Delta_1}, \frac{\Delta_3}{\Delta_4})$ 为鞍点, (1, 0), (0, 1) 为不稳定点, 演化相图如图 3 所示, 其经济含义同 3)。

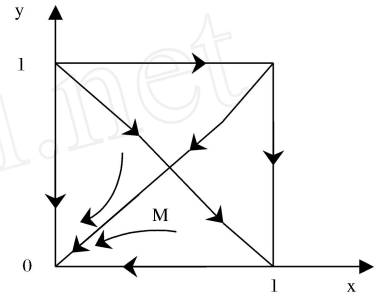


图 4 演化相图 4

3 农产品质量安全演化博弈模型结论

通过建立农产品质量安全演化博弈模型, 对农产品市场演化趋势、在每一个平衡点的演化稳定性以及农产品市场的演化相图都有了科学的刻画, 总结得出有以下几个结论:

- 1) 在本模型中, 消费者的效用支付和农产品供给方的利益支付之间没有可比性, 但并不影响结论的推断; $\frac{P_H}{C_1 - C_2}$ 与 $\frac{U_2 + U_2'}{U_2'}$ 之间的大小通过影响 μ 的取值范围来影响农产品市场的演化稳定性;
- 2) 农产品市场演化稳定性取决于 μ 的大小或范围, 在第 1 和 3 种情况 $\frac{P_H}{C_1 - C_2}$ 与 $\frac{U_2 + U_2'}{U_2'}$ 之间的大小关系只影响演化稳定范围, 不影响最终演化稳定相图; 第 2 种情况下, $\frac{P_H}{C_1 - C_2}$ 与 $\frac{U_2 + U_2'}{U_2'}$ 之间的大小关系决定了农产品市场的安全状况是走向更好还是走向更坏。

3) 消费者因为处于信息弱势地位, 在第 1 和 3 种情况下, 即 μ 相对较大、假冒伪劣较多时, 农产品市场的演化趋势是由农产品生产方主导的, 而农产品生产方是根据自身的利益来决定是否生产安全农产品, 是否违规贴标签。在第 2 种情况下, 即 μ 相对较小时, (x_t, y_t) 的初始状况决定了农产品市场的最终演化趋势。

4) 另外, 考虑另一种情形: 政府对假冒伪劣农产品进行惩罚, 假设惩罚函数为 D , 此时收益函数见下表 2。

表 2 供给方和消费者不同策略选择的可能收益

第 t 期农产品供给方和消费者的收益函数			消费者(B)	
			以概率 1 - x _t 选择 一般农产品(B ₁)	以概率 x _t 选择 一般农产品(B ₂)
农产品供给方 (A)	以概率 y _t 提供货真价实的安全农产品(A ₁)		- C ₁ , 0	P _H - C ₁ , U ₁ (s)
	以概率 1 - y _t 提供一般农产品(A ₂)	以概率 μ 贴上安全农产品标签,并以安全农产品的价格卖出(A ₂₁)	- C ₂ - D, 0	P _H - C ₂ - D, U ₁ (s)
		以概率 1 - μ 提供一般农产品(A ₂₂)	P _L - C ₂ , U ₂	- C ₂ , 0

相应地有,

$$E(A_2) = x_t(\mu P_H + \mu P_L - P_L) - (\mu P_L - P_L + C_2 + D)$$

(20)

$$\begin{cases} x_{t+1} = x_t + \frac{x_t(1-x_t)[y_t(U_1+U_2-\mu U_2-\mu U_2')-(U_2-\mu U_2-\mu U_2')]}{(1-x_t)(1-y_t)(1-u)U_2+x_t y_t U_1+x_t(\mu-\mu y)U_2'} \\ y_{t+1} = y_t + \frac{y_t(1-y_t)\{x_t(1-\mu)(P_H+P_L)-[(P_L+C_1)-(\mu P_L+C_2+D)]\}}{y_t(x_t P_H-C_1)+(1-y_t)[x_t(\mu P_H+\mu P_L-P_L)-(\mu P_L-P_L+C_2+D)]} \end{cases}$$

(21)

可见,政府的惩罚函数只影响到 Δ₁,要通过政府对假冒伪劣进行惩罚来改变农产品市场的演化稳定性,只需要改变 Δ₁ 的取值大小。在无政府约束情况下的农产品市场 Δ₁ > 0,有政府约束条件下 Δ₁ 则有可能小于零。结合前面的分析,可以推出,当 Δ₁ < 0,即 D > (1 - μ) P_L + (C₁ - C₂),则不管 μ 的取值是多少,(0, 0)是不稳定点或鞍点,(0, 1),(1, 0)以及(Δ₂ / Δ₁, Δ₃ / Δ₁)为鞍点,(1, 1)为 ESS 稳定。

参考文献

[1]A Maz é,S Polin ,E Raynaud ,L Sauv é , E Valceschini. Quality Signals and Governance Structures within European Agro - food Chains: A New Institutional Economics Approach [G]. Paper presented at the 78th EAAE Seminar and NJF Seminar330 ,Economics of Contracts in Agriculture and the Food Supply Chain ,Copenhagen ,2001:15 - 16.

[2]HENRIK VETTER, KOSTAS KARANTININIS. Moral Hazard ,Vertical Integration ,and Public Monitoring in Credence Goods[J]. European Review of Agricultural Economics ,2002 , 29(2) :271 - 279.

[3]DAVID A HENNESSY ,JUTTA ROOSEN ,JOHN A MIR- ANOWSKI. Leadership and the Provision of Safe Food [J]. American Journal Agricultural Economics , 2001 , 83 (4) : 862 - 874.

[4]ROBERT D WEAVER , TAEHO KIM. Contracting for

Quality in Supply Chains[G]. Paper presented at the 78th EAAE Seminar and NJF Seminar330 ,Economics of Con- tracts in Agriculture and the Food Supply Chain ,Copenha- gen , 2001:15 - 16.

[5]DARREN HUDSON. Using Experimental Economics to Gain Perspective on Producer Contracting Behavior: Data Needs and Experimental Design[G]. Paper presented at the 78th EAAE Seminar and NJF Seminar330 ,Economics of Contracts in Agriculture and the Food Supply Chain , Copen- hagen , 2001:15 - 16.

[6]张云华,孔祥智,杨晓艳,罗丹. 食品供应链中质量安全问题的博弈分析[J]. 中国软科学,2004(11) :23 - 26.

[7]邓淑芬,吴广谋,赵林度,吴德俊. 食品供应链安全问题的信号博弈模型[J]. 物流技术,2005(10) :135 - 137.

[8]王志刚,王珊,祝倩宜,陈文君. 农产品加工企业经济行为的博弈论分析[J]. 2006(24) :140 - 143.

[9]李艳波,刘松先. 食品安全供应链中政府主管部门与食品企业的博弈分析[J]. 工业工程,2007,10(1) :35 - 38.

[10]MARKO SYSI AHO ,JARI SARAMÄ KI ,KIMMO KAS- KI. Invisible hand effect in an evolutionary minority game model [J]. Physica A , 2005 , 347(6) : 639 3/652.

[11]ERIC VAN DAMME. Evolution in games with endogenous mistake probabilities[J]. Journal of Economic Theory ,2002 , 106(10) :296 - 315.

[12]桑乃泉. 食品产业纵向联合、供应链管理与国际竞争力[J]. 中国农村经济,2001(12) :42 - 48.

[13]周德翼,杨海娟. 食物质量安全管理体系中的信息不对称与政府监管机制[J]. 中国农村经济,2002(6) :29 - 35.

Research on Agri - food Quality Safety based on Evolutional Game Theory

CHEN Xiao-lin^{1,2} , FENG Jun-wen¹

(1. School of Economics and Management of Nanjing University of Science and Technology , Nanjing 210094 ,China ;
2. Jiangsu Suzhou Agricultural Administrative Law Enforcement Detachment , Suzhou Jiangsu 215011 ,China)

Abstract : This paper first reviewed the related literature on Agri-food quality safety management. It is found out there existed some limitation adopting classical game theory to analysis. Therefore , we try to make use of evolutional game theory to discuss the strategic space and evolu- tional trend. By building and analyzing the evolutional game model of Agri - food safety , it can conclude the evolutional phase of Agri-food sup- ply market and evolutional stability at each equilibrium point. The evolutional progress of Agri - food supply chain will be presented well. And it will provide some scientific viewpoints of efficient policy to safeguard Agri-food quality safety.

Key words : agri-food quality safety ;evolutional game ;agri-food supply chain ; evolutional phase ;game theory

