

CHINA FOOD SAFETY
MANAGEMENT REVIEW

中国食品安全 治理评论

2015 年第 2 卷 总第 3 卷

江苏省食品安全研究基地主办

主编 吴林海

执行主编 浦徐进 王建华

2015

Number 2
Volume 3



学文献出版社
ACADEMIC PRESS (CHINA)

中国食品安全 治理评论

2015 年第 2 卷
总第 3 卷

CHINA FOOD SAFETY MANAGEMENT REVIEW

江苏省食品安全研究基地主办

主编 吴林海

执行主编 浦徐进 王建华

2015
Number 2
Volume 3



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

中国食品安全治理评论. 2015 年. 第 2 卷: 总第 3 卷 /
吴林海主编. —北京: 社会科学文献出版社, 2015. 12
ISBN 978-7-5097-8449-5

I. ①中… II. ①吴… III. ①食品安全-安全管理-
研究-中国 IV. ①TS201.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 284947 号

中国食品安全治理评论 (2015 年第 2 卷 总第 3 卷)

主 编 / 吴林海

执行主编 / 浦徐进 王建华

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 周 丽 颜林柯

责任编辑 / 颜林柯

出 版 / 社会科学文献出版社·经济与管理出版分社(010)59367226

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367090

读者服务中心 (010) 59367028

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 12.5 字 数: 193 千字

版 次 / 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978-7-5097-8449-5

定 价 / 69.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社读者服务中心联系更换

 版权所有 翻印必究

《中国食品安全治理评论》编委会

顾问：孙宝国 北京工商大学

主任委员：钟甫宁 南京农业大学

副主任委员：吴林海 江南大学

徐立青 江南大学

浦徐进 江南大学

委员：（以姓氏笔画为序）

王志刚 中国人民大学

王建华 江南大学

文晓巍 华南农业大学

尹世久 曲阜师范大学

朱 淀 苏州大学

朱晋伟 江南大学

乔 娟 中国农业大学

刘焕明 江南大学

江 波 江南大学

孙世民 山东农业大学

李哲敏 中国农业科学院

李翠霞 东北农业大学

肖显静	中国社会科学院
应瑞瑶	南京农业大学
张越杰	吉林财经大学
陈 卫	江南大学
陈正行	江南大学
林闽刚	南京大学
金征宇	江南大学
周洁红	浙江大学
周清杰	北京工商大学
赵敏娟	西北农林科技大学
胡武阳	美国肯塔基大学
黄卫东	南京邮电大学
樊红平	国家食品药品监督管理总局

目 录

食品生产经营主体行为与产地环境研究

- 基于抽检的食品质量安全博弈分析 凌六一 周睿萱 (003)
- 基于破窗理论的病死猪肉流入市场的案例研究
..... 许国艳 陈秀娟 山丽杰 (016)
- 我国环境污染与食品安全问题的时空聚集性研究
——突发环境事件与食源性疾病的交互 王晓莉 陆 姣 (032)
- 中国食品安全事件研究进展 李清光 陈秀娟 (051)

食品安全消费偏好与行为研究

- 消费者对可追溯猪肉属性偏好研究：基于中国
市场情景的菜单选择实验研究 朱 淀 吴林海 (067)
- 考虑消费者有限理性的农产品自愿性认证有效性
分析 浦徐进 路 璐 (087)
- 中国有机食品认证政策的有效性检验：消费者对
不同属性婴幼儿配方奶粉的偏好 尹世久 徐迎军 (106)

食品安全网络舆情研究

- 2014 年食品安全网络舆情热点事件的诱发因素及
生成特征研究 王忠国 (135)
- 2007 ~ 2014 年中国食品安全网络舆情的
发展趋势及基本特征研究 吕煜昕 洪 巍 林闽钢 (152)
- 网民作用力下食品安全舆情的演化机制研究 洪小娟 姜 楠 (168)

CONTENTS

Food Production Operators Behavior and Production Environment Research

The Game between the Government and a Food Company Considering Random
Inspection and Punishment Policy / *Lin Liuyi Zhou Ruixuan* (003)

The Case Study of Dead Pork into the Market Based on Broken Windows
Theory / *Xu Guoyan Chen Xiujuan Shan Lijie* (016)

Research on Spatial – Temporal Aggregation of China's Environment Pollution
and Food Safety—Interaction between Emergency Environmental
Accidents and Foodborne Disease Outbreaks
/ *Wang Xiaoli Lu Jiao* (032)

Review of Chinese Food Safety Incidents Research
/ *Li Qingguang Chen Xiujuan* (051)

Food Consumption Preference and Behavior Research

Consumer Preferences for Traceable Pork Attributes: A Menu Choice

Experiment Based on Chinese Market Scenarios

/ Zhu Dian Wu Linhai (067)

Study on Voluntary Certification of Agricultural Products with the

Consideration of Boundedly Rational Consumers

/ Pu Xujin Lu Lu (087)

Validation of the Policy of Organic Food Certification in China: A

Consumer Preference Study of Organic Milk Powders with Different

Labeling Logos

/ Yin Shijiu Xu Yingjun (106)

Food Safety Law and Public Opinion Research

The Exploring Inducing Factors and Characteristics of Safety Network Public

Opinion about Chinese Food Hot Spot Events in 2014

/ Wang Zhongguo (135)

Research on Trends and Basic Features of the Food Safety Network Public

Opinion in China during 2007 ~ 2014

/ Lv Yuxin Hong Wei Lin Mingang (152)

Research of the Formation and Evolution Mechanism of Network Public

Opinion Based on the Netizens

——Take Food Safety Incidents as an Example

/ Hong Xiaojuan Jiang Nan (168)

食品生产经营主体行为 与产地环境研究

基于抽检的食品质量安全博弈分析

凌六一 周睿莹*

摘要: 本文研究了政府对食品企业的质量监督问题,重点分析政府如何运用质量抽检和惩罚手段来约束食品生产企业的行为,以提高市场上食品的产品合格率。为解决此问题,本文建立了两种模型进行博弈分析:①两主体的政府-企业博弈模型;②三主体的政府-生产商-供应商博弈模型。通过博弈分析,得到政府的最优决策以及最优决策下的产品合格率,然后分析各个参数对最优决策下合格率的影响。在两主体的模型下,本文发现政府对生产企业的约束十分有效,并且可以通过加大惩罚力度、提高抽检率等方法提高产品合格率。在三主体的模型下,本文发现政府提高对生产商的直接抽检率能够提高食品的合格率,政府减轻对生产商不合格产品的惩罚力度也能提高食品的合格率。

关键词: 食品质量 抽检 Stackelberg 博弈

一 引言

食品安全问题频发是当今社会不容忽视的现状。2004年的劣质奶粉事件曾造成大量婴幼儿营养不良甚至死亡,此后每年仍有各类乳制品企业被曝光产品不合格;2008年的“黑心面粉”事件中,部分制造面粉被查出违法添加大量滑石粉,长期食用将产生高血镁症,造成肝、肾及神经方面伤害,导致口腔溃疡和牙龈出血;此外,还有病猪肉、毒大米、苏丹红鸭

* 凌六一(1969~),男,安徽怀宁人,博士,中国科学技术大学管理学院副教授,研究方向为供应链管理;周睿莹(1993~),女,浙江江山人,学士,中国科学技术大学管理学院,研究方向为生物统计、运作管理。

蛋、假酒等问题。由于各类不合格食品充斥市场,食品安全问题是摆在政府监管部门面前的一道难题。

若政府对食品生产链监管不当,将在不同程度造成劣质、不合格食品混入市场,这将严重危害消费者的健康安全和社会福利。因此,政府需要制定合理有效的监管体制以提高食品合格率。朱月季^[1]以牛奶质量安全的监管分析为例,通过牛奶市场上消费者和生产商的预期支付构造了社会福利函数,分析了政府与牛奶企业间的动态策略博弈;窦一杰、李艳波等^[2-3]研究了在信息不对称的情况下,政府与企业之间互相制约、互相联系的动态和静态博弈,并设计了社会、经济资源综合协调解决办法;李然^[4]认为食品安全问题的监管与食品生产企业的“逆选择”息息相关,通过博弈分析讨论了政府如何通过提高市场信息透明度、健全食品安全法律法规等来解决食品安全问题。

在现实生活中,政府进行食品安全监管的一个最常见办法是进行质量抽检并进行相应的处罚。但在我们阅读的有关食品质量监督的文献中^[5-11],没有论文通过分析政府与食品加工企业之间的博弈,来确定食品质量抽检策略,从而指导政府进行最优决策。

因此,本文通过建立食品企业和政府的博弈模型,确定政府有效的抽检和惩罚机制,使社会福利(产品合格率)和资金投入达到最优。

二 政府-企业的双主体博弈

(一) 模型概述

在对产品合格率的监察机制中,最基本的就是政府和企业之间的博弈。在分析最初我们只分析政府和企业这两个对立机构,所以我们假设对出产的所有产品掌握完全的信息(即掌握每件产品合格与否的信息)。在此背景下政府和企业之间的基本博弈均衡如下。

企业因为各种原因(如节省剔除不合格产品的开支,以不合格产品替代合格产品以牟利等)并不以 100% 的合格率提供产品,此时政府通过对所有产品进行抽检并建立针对不合格产品的相应惩罚机制来促使企业提高

所提供产品的合格率 θ 。企业在了解政府的抽检机制和惩罚机制后会调整合格率 θ 以实现利益最大化,政府在此基础上确定最终的抽检和惩罚强度以实现福利函数的最大化。

由此可以发现,政府和企业的博弈其实可以看成是一个领导者与跟随者的博弈模型,所以我们可以采用斯塔克尔贝格双寡头博弈模型 (Stackelberg Game Model) 来进行数据分析。

(二) 博弈主体

此博弈的主体为政府和企业。

1. 企业

企业以合格率 θ 生产 N 件产品 (N 为常量)。

2. 政府

政府以 f_1 的抽检率对企业的 N 件产品进行抽检,每件产品的抽检成本为 C_1 ,检出的不合格产品数为 $M = Nf_1(1 - \theta)$ 。政府会对企业的 M 件不合格产品进行罚款。

假设政府的质量监督总预算是 C (食品质量监督仅为政府质量监督责任之一)。政府以 f_1 的抽检率对企业的 N 件产品进行抽检时,总抽检成本为 $C_1 f_1 N$,则政府抽检该项产品成本与总预算之比为 $\frac{C_1 N}{C} f_1$ 。 C_1 、 C 和 N 都是常数,令 $c_1 = \frac{C_1 N}{C}$,则政府对该产品的抽检成本可以表示为 $c_1 f_1$ 。

政府根据检出的不合格产品数量对企业进行罚款,且惩罚函数为 $c_4 = aM$ 。下面讨论该惩罚函数的合理性。

当政府检出 x 件不合格产品时,主要有以下三种可行的惩罚策略。

(1) 每件不合格产品罚款 r (r 是常量)。

(2) 每件不合格产品罚款 s ,但 s 不是常量且 $s = aM$,其中 $a > 1$ 是一个常数。

(3) 政府将不合格率分成若干区间,然后根据检出的不合格率所在的区间确定罚款金额。譬如,检出的不合格产品数 x 在 $[0, x_1]$ 区间时每件罚款 r_0 ,在 $(x_1, x_2]$ 区间时每件罚款 r_1 。依此类推, x 在 $(x_i, N]$ 区间

时罚款 r_i , 其中 $0 < x_1 < x_2 < \cdots < x_i < \cdots < x_n (=N)$, $0 < r_0 < r_1 < \cdots < r_i < \cdots < r_n$, 且 r_i 和 x_i 均为常数, $i=1, \cdots, n$ 。

根据实际经验可知, 由于惩罚策略 (2) 和 (3) 对企业不合格率的惩罚力度大于惩罚策略 (1), 因此它们更能促使企业提高产品合格率 θ 。而且, 在我们阅读的文献中, 二次惩罚函数出现得更为频繁。因此, 本文采用惩罚策略 (2)。

(三) 博弈主体的目标函数

在给定产品总数 N 、抽检比例成本 c_1 (具体定义见上节)、单件不合格产品所牟取的利益 c_3 、被检出的单件不合格产品的罚款 c_4 ($c_4 = aM$) 后, 政府和企业的目标函数即可表示成各自的决策变量的函数。

1. 企业

假设企业仅以提高收益和减少损失为自己的目标, 而不考虑社会福利, 即不以提高合格率为目标。在 N 件产品中混入一件不合格产品, 企业将会牟利 c_3 。企业的目标函数可以分为三部分: 所有产品的正常收益、不合格产品混入后所能牟取的利益以及被抽检出不合格产品后的罚款损失。所有产品的正常收益是常数, 并不影响对问题的分析。因而, 本节仅考虑不合格产品混入后所能牟取的利益以及被抽检出不合格产品后的罚款损失。企业的总收益 z_2 如下:

$$\max z_2 = (1-\theta)c_3N - a(1-\theta)^2f_1^2N^2$$

在上式中, 企业以 $1-\theta$ 的不合格率提供产品时, 所有不合格产品的总数为 $(1-\theta)N$ 件, 所能牟取的总利益为 $c_3(1-\theta)N$; 而政府抽检出的不合格产品件数的期望为 $(1-\theta)f_1N$, 总罚款为 $a(1-\theta)^2f_1^2N^2$, 故企业目标函数等于所能牟取的总利益减去总罚款。

企业通过对其决策变量 θ 的调控寻求目标函数的最大化。

2. 政府

政府的目标函数分为三部分: 与合格率 θ 正相关的社会福利、罚款所得收益和抽检花费的损失。因为罚款所得收益和合格率 θ 是负相关的, 即合格率越低罚款所得收益越多。若政府将其列入考虑范围, 会因为寻求利

益的最大化而弱化其监督力度,故本文未将罚款收益纳入政府的目标函数。因此,政府的目标函数包含社会福利和抽检成本两部分,表示如下:

$$\max z_1 = \theta - kc_1 f_1$$

在上式中, θ 是产品实际合格率, $c_1 f_1$ 是政府抽检支出占抽检总预算的比例, k 是一个调整系数,通过 k 来调整政府抽检支出对其目标函数的影响比例。

政府通过对其决策变量 f_1 的调控寻求目标函数的最大化。

(四) 博弈主体的最优决策

根据斯塔克尔贝格双寡头“领导者与跟随者”模型,政府和企业的博弈均衡分为以下4个步骤。

(1) 政府拥有主动权,给出其抽检率 f_1 。

(2) 企业在给定的 f_1 下寻求最优 θ 使 z_2 取最大值,由 $\frac{\partial z_2}{\partial \theta} = 0$, 解得

$$\theta = 1 - \frac{c_3}{2aNf_1^2}。$$

(3) 政府分析企业在给定 f_1 时的反应函数 $\theta(\cdot)$, 将 $\theta(\cdot)$ 代入其目标函数, 寻求最优 f_1 以使 z_1 最大化: $z_1 = 1 - \frac{c_3}{2aNf_1^2} - kc_1 f_1 z_1$ 。由 $\frac{\partial z_1}{\partial \theta} = 0$,

$$\text{解得 } f_1 = \sqrt[3]{\frac{c_3}{akc_1 N}}。$$

(4) f_1 确定后, 企业的决策变量 θ 的具体值也可以最终确定: $\theta = 1 - \frac{1}{2} \sqrt[3]{\frac{c_3 k^2 c_1^2}{aN}}。$

(五) 结果分析

通过对 $\theta = 1 - \frac{c_3}{2aNf_1^2} = 1 - \frac{1}{2} \sqrt[3]{\frac{c_3 k^2 c_1^2}{aN}}$ 的分析, 我们得到 θ 与 f_1 、 c_3 、 a 、 k 和 c_1 的关系。

性质 1: θ 与 f_1 正相关。

性质 1 说明政府可以通过调控抽检率来有效控制企业的产品合格率。

性质 2: 合格率 θ 与企业生产不合格产品所牟取的利益负相关。

c_3 表示企业混入单件不合格产品所牟取的利益, 从性质 2 可知, 随着 c_3 的增大, θ 降低。这说明混入不合格产品所牟取的利益会驱使企业降低产品合格率。

性质 3: 合格率 θ 与政府对不合格产品的惩罚力度正相关。

a 表示政府针对检出不合格产品的罚款基数, 从性质 3 可知, 随着 a 的增大, θ 提高。这说明当政府加大对不合格产品的惩罚力度时, 会促使企业提高产品的合格率。

通过对 $f_1 = \sqrt[3]{\frac{c_3}{akc_1N}}$ 的分析, 我们可以得到 f_1 与参数 k 和 c_1 的关系。

性质 4: f_1 与总预算 C 正相关, 与单件产品抽检花费 C_1 负相关。

$c_1 = \frac{C_1 N}{C}$, 其中 C_1 为检验单件产品的成本, C 为政府总的质量监督预

算, 因而 $f_1 = \sqrt[3]{\frac{c_3 C}{akC_1 N}}$ 。可以看到 f_1 和总预算 C 正相关, 和单件产品抽检花费 C_1 负相关。这说明: 若政府增大质量监督的财政预算, 则可以提高抽检率, 以此提高合格率; 而产品抽检成本的增加则会降低产品抽检率。

性质 5: f_1 与 k 负相关。

k 表示抽检支出相对于产品合格率的权重, 随着 k 的增大, 抽检率降低。这说明: 若政府在决策时对财政支出的关注程度提高, 抽检率就会降低, 从而合格率也会降低。

(六) 模型小结

通过对政府与企业博弈的分析可知: 通过对企业产品进行质量抽检和惩罚, 政府可以非常有效地控制产品合格率。

但食品产业链包含很多发挥不同功能的成员, 如供应商、生产商、分销商等。在此情况下, 政府如何制定抽检策略以提高食品的合格率是下一节研究的问题。

三 政府 - 生产商 - 供应商的三主体博弈

上一节分析了政府和企业两主体之间的双寡头博弈模型,本节结合当今监管体制的现状进一步完善模型。在供应商生产出一批混有不合格品的原料后,将该原料提供给生产商加工和出售,政府不直接对供应商的原料进行抽检监督,而是对生产商的产品进行抽检监督。这样,政府、生产商和供应商三方就构成了一个三主体的博弈。本节对三主体博弈进行建模分析。

(一) 模型概述

三主体博弈时,政府、生产商和供应商之间的博弈过程如下。

供应商因为各种原因(如节省剔除不合格原料的开支,以不合格原料替代合格原料以牟利等)并不以 100% 的合格率提供原料给生产商。因此,生产商在收购原料时要对原料进行抽检,并估计这批原料的合格率,该估计直接影响生产商对这批原料的收购价,即合格率越低收购价越低,生产商将原料加工成产品后出售(该过程不影响合格率)。在生产商出售产品前,政府对产品进行抽检,并根据不合格产品惩罚机制对生产商进行惩罚,促使产品合格率 θ 的提高,以实现社会福利的最大化。在了解政府的抽检机制和惩罚机制后,生产商会调整对供应商原料的抽检率和收购价以实现利益最大化。在了解生产商的抽检机制和定价标准后,供应商会调整合格率 θ 以实现利益最大化。

本节仍使用斯塔克尔贝格博弈模型来分析政府、生产商和供应商之间的最优决策。在此博弈中,政府是生产商的领导者,生产商是供应商的领导者。

(二) 博弈主体

本节描述政府、生产商和供应商三博弈主体。

1. 供应商

供应商以合格率 θ 提供 N 单位原料,不合格原料的单位成本都为零,