

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2021.02.012

生鲜电商食品安全监管机制效用模型仿真

Model simulation research on the effectiveness of fresh food e-commerce food safety supervision mechanism

杨浩雄 邵恩露 马家骥

YANG Hao-xiong SHAO En-lu MA Jia-ji

(北京工商大学电商与物流学院, 北京 100089)

(Beijing Technology and Business University E-commerce and Logistics School, Beijing 100089, China)

摘要:针对生鲜电商食品安全问题,基于现有的监管体系,构造了由生鲜电商供应商、生鲜电商平台、政府监管机构以及消费者四方共同组成的生鲜电商食品质量安全监管仿真模型,评价了生鲜电商供应商的质量偏好及投入策略,探究了政府及平台监管政策对生鲜电商食品质量安全的影响。结果表明,政府对平台进行抽检比直接对供应商抽检更加有效,提高对生鲜电商平台的抽检占比更有助于提高生鲜电商产品的安全水平,若提高惩罚力度,提高平台对供应商的惩罚力度相比提高政府的惩罚力度更为有效。

关键词:生鲜电商;食品安全监管;群体行为;Agent 仿真

Abstract: Aiming at the problem of fresh e-commerce food safety, based on the existing supervision system, we constructed a fresh e-commerce food quality and safety supervision simulation model composed of fresh e-commerce suppliers, fresh e-commerce platform, government regulatory agencies and consumers. We evaluated the quality preference and investment strategies of the suppliers, and the effects of fresh food safety brought by government and regulatory policy for platform were also investigated. The results showed that that the effective government sampling inspection on the platform could improve the safety of the fresh e-commerce products, and the proportion of sampling inspection on the fresh e-commerce platform was conducive. Increasing the punishment intensity of the platform for suppliers was more effective than increasing that from the government.

Keywords: fresh electricity supplier; food safety supervision;

基金项目:北京市哲学社会科学项目(编号:18GLC017);“十三五”时期北京市属高校高水平教师队伍支持计划(长城学者)(编号:CIT&TCD20180310);北京工商大学 2020 研究生科研能力提升计划

作者简介:杨浩雄(1974—),男,北京工商大学教授,博士生导师,博士。E-mail: yanghaoxiong@126.com

收稿日期:2020-07-28

group behavior; Agent simulation

随着互联网的飞速发展以及电子商务的不断普及,生鲜电商食品安全问题频发,原因主要有:生鲜产品种类繁多,保存条件不一,保存时间较短,质量易发生变化;生鲜电商运营过程各主体信息不对称;生鲜电商食品安全监管不到位。2016 年 10 月 1 日起施行的《网络食品安全违法行为查处办法》,从规定入网食品生产经营者及网络食品交易第三方平台等角色的网络食品安全义务、划分各级监管部门监管职责、明确违法行为的法律责任等方面,对网络食品安全进行监督管理等。

在生鲜电商食品安全监管模式的研究上缺乏相应的理论支持。汪旭晖等^[1]发现信息共享与“锁定效应”有利于确保生鲜电商食品安全。吴志坚等^[2]提出地方政府应充分发挥能力优势,为电商平台的运营提供政策及措施保障。葛继红等^[3]认为 O2O 模式具有配送及时和消费体验完善的优势。此外,邵腾伟等^[4]认为生鲜食品采取众筹预售与众包生产联合决策的销售模式有助于扩大生鲜食品的网购需求,保障食品安全,提高产业链收益。Wang 等^[5]对比了线上和线下生鲜产品的运营模式,从消费者行为的影响因素方面对生鲜电商的运营模式提出了建议。Hobbs 等^[6-8]认为,政府应积极作为,对生鲜食品供应链各环节实行严格监管,针对食品安全的关键控制点还需采取特殊的管理措施,方能有效保障生鲜食品的质量安全。然而,政府能力有限,难以对分散的农户进行标准化的控制管理,受限于监管成本,难以对农户行为进行严格细致的监管^[9-13]。康智勇等^[14]从监管和监督两大体系出发,构建了网购食品安全协同治理体系,强调了多元参与、协同共治网购食品安全的必要性。

Agent 仿真在微观层次构造 Agent,进而推出由微观个体形成的宏观效应,是一种自下而上的研究方法。Agent 可在一定环境中自主发挥作用,通过 Agent 仿真能

够更贴合现实情况。Noori 等^[15]使用基于 Agent 的模型进行电动汽车的区域市场渗透预测,并发现政府补贴在电动汽车市场中起至关重要的作用。杨浩雄等^[16]运用 Agent 建模方法,对交通拥堵收费政策影响下有私家车的群体出行行为进行了建模,并以北京市为例,对模型展开了实证分析。

综上,以往研究主要针对生鲜电商运营模式、供应链协调等问题。在食品安全监管问题中,其主要针对某一主体进行研究,并没有考虑所有主体,同时对监管政策与监管效果的研究以定性分析为主,并没有进行定量分析。文章拟构建生鲜电商食品安全模型,以检查力度与产品合格率为相关评估系数,考虑整个体系所有主体,运用仿真技术定量分析生鲜电商食品安全监管机制效用,为生鲜电商质量安全监管领域中新的探索和尝试提供依据。

1 生鲜电商食品安全监管体系

与传统的食品供应链相比,电子商务环境下的食品供应链由电商平台取代了原有经销商的角色,由生鲜电商食品供应商、生鲜电商平台和消费者共同构成一个三级的生鲜食品供应链。市场的调节有时并不是最有效率的,政府作为最重要的主体,其监管能够弥补市场调节的缺陷。现阶段政府部门对生鲜电商的监管手段主要分为两种:针对生鲜产品供应商及平台的事前监管与对产品的抽检。除对平台自身进行运营维护外,生鲜电商平台还需对入网的生产经营者进行监督与管理,并对生鲜食品供应商选择、运输仓储配送环节的质量安全、售后服务等方面提供保障;消费者位于生鲜电商产品供应链的末端,是食品质量安全风险的直接受害者,也是生鲜电商食品质量安全监管体系中主要的参与主体,消费者主要通过投诉举报等方式参与食品质量安全监管。

2 生鲜电商食品安全监管效用仿真模型构建

研究的仿真模型(图 1)将生鲜电商食品安全监管中的 4 个主要主体“生鲜产品供应商”“政府监管部门”“生鲜电商平台”及“消费者”抽象表示为独立的 Agent,利用各种参数及辅助变量反映如政府抽检、平台抽检、消费者

投诉等实际情况。

2.1 模型假设

从生鲜食品供应商、政府监管部门、生鲜电商平台及消费者的个体属性、行为特征出发,通过建模仿真,分析生鲜产品供应商的安全投入策略和政府及电商平台的监管政策决策下,供应商及消费者的个体属性、行为变化,探究掌握政府及平台的监管策略对生鲜电商食品安全监管的影响。基于此,模型作如下假设:

- (1) 模型中所有主体都是有限理性,在一定资源和条件的约束下作出决策。
- (2) 模型中每个供应商供应的生鲜均为同一品类,且消费者通过电商平台线上购买无法在购买前鉴别产品质量。
- (3) 为简化模型,假设每个供应商供应的生鲜产品数量相同,每个消费者购买的生鲜产品数量相等且均来自于同一供应商。
- (4) 供应商供给生鲜产品的合格率存在不确定性,在一定范围内服从正态分布。

2.2 Agent 仿真模型主体

2.2.1 供应商 Agent 供应商 Agent 可进行 3 种决策,分别是降低质量投入成本(RQI)、提高质量投入成本(IQI)和维持现有质量投入成本(MQI)。模型中,生鲜电商供应商根据收益情况决定其质量投入,质量投入改变会影响供应商产品合格率。假设供应商产品质量偏好参数为 α ,若供应商为质量偏好型供应商(QPS),则其 $\alpha \geq 1$;若供应商为产品偏好型供应商(CPS),则其 $\alpha < 1$ 。另设定供应商的上期生鲜产品质量安全投入为 d^{n-1} ,上期供应商收益为 p^{n-1} ,上期供应商供给产品合格率为 r^{n-1} ,质量水平随机数为 β ,当期生鲜产品质量安全投入为 d^n ,当期供应商供给产品合格率为 r^n 。其中 β 为 $0\% \sim 10\%$ 的随机数, λ 为服从均值为 $\sqrt{\beta}$,方差为 v 的正态分布的随机数。设置供应商 Agent 的状态转变的触发类型及目标状态行为见表 1。

2.2.2 平台 Agent 平台 Agent 可进行两种决策,分别是提高抽检比例(ISR)和降低抽检比例(RSR)。模型中,政府根据市场生鲜产品的安全情况决定其抽检比例,设定上期平台受政府罚款额为 F_{pg}^{n-1} ,上期消费者赔偿额为 F_{pc}^{n-1} ,上期平台抽检投入为 C_p^{n-1} ,上期平台抽检比例为 t_p^{n-1} ,当期平台抽检投入为 C_p^n ,当期平台抽检比例为 t_p^n , η 为平台抽检投入变化随机数,其中 η 为 $0\% \sim 10\%$ 的随机数,设置平台 Agent 的状态转变的触发类型及目标状态行为见表 2。

2.2.3 政府 Agent 政府 Agent 可进行两种决策,分别是提高抽检比例和降低抽检比例。模型中,政府根据市场生鲜产品的安全情况决定其抽检比例,设定上期政府惩

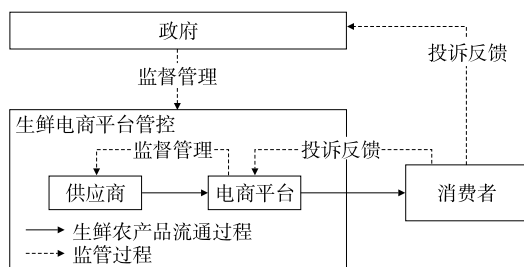


图 1 生鲜电商食品市场监管模式

Figure 1 Fresh food e-commerce food market supervision model

罚总额为 F_g^{n-1} , 上期政府监管成本为 C_g^{n-1} , 上期政府抽检比例为 t_g^{n-1} , 当期政府抽检成本为 C_g^n , 当期平台抽检比例为 t_g^n , 政府抽检决策系数 k, θ 为平台抽检投入变化随机数, 其中 θ 为 0%~10% 的随机数, 设置政府 Agent 的状态转变的触发类型及目标状态行为见表 3。

2.2.4 消费者 Agent 消费者 Agent 在初始是生鲜电商平台的潜在消费者, 在口碑和平台宣传的作用下在平台购买生鲜食品成为平台的消费者。在买到合格产品后, 还会在此平台继续购买, 若买到不合格产品会有 3 种选择: 向电商平台投诉、向政府监管部门投诉或忍气吞声, 消费者优先选择平台投诉, 反馈无果后向政府投诉, 若消费者选择忍气吞声或最后由政府出面解决, 则消费者此后一段时间内将可能不会在此平台继续购买产品。

3 生鲜电商食品安全监管模型仿真分析

3.1 某生鲜产品平台食品安全监管情况

3.1.1 平台简介 某生鲜电商平台是由某世界 500 强企业于 2009 年投资创办的食品类 B2C 电子商务网站。平台的主要客户群体为追求高品质生活的白领人群及中产消费人群, 这类群体的生活节奏快, 可自由支配的时间较

少, 但是在购买过程中更注重产品的安全。该平台对于生鲜食品的食品安全方面十分重视, 每年均投入大量人力、物力保障生鲜食品安全, 尤其在企业自检方面。

3.1.2 北京市生鲜食品安全监管情况 选取生鲜电商发展较为成熟的北京市作为研究对象, 根据北京市市场监督管理局公布的财政预算信息, 2018 年北京市市场监督管理局用于食品和药品监督管理事务的经费为 17 101 万元, 相比 2017 年的 20 089 万元减少了 14.87%。根据北京市市场监督管理局的 2018 年发布的 72 期食品安全监督抽检信息公告统计显示, 2018 年, 北京市市场监督管理局共组织抽检食品 31 467 批次, 检出不合格产品 232 批次, 合格率达 99.26%, 其中共监测生鲜农产品 17 088 批次, 检出不合格产品 123 批次, 合格率为 99.28%。

3.2 仿真初始值设定

参考对北京市某知名生鲜电商平台及其生鲜产品供应商的调研结果和北京市商委、北京市市场监督管理局等政府监管部门的实际走访调查情况, 本着遵循生鲜电商食品安全监管实际情况的原则, 对数据进行了设定及适当的缩放调整。另有部分数据由于相关统计不全面或涉及商业机密, 存在短缺, 根据市场信息并参考相关文献

表 1 供应商 Agent 的转变触发类型及目标状态行为

Table 1 Supplier Agent's transition trigger type and target state behavior

| 转变参量 | 触发类型 | 目标状态 | 判断条件 | 目标状态行为 |
|--------|------|------|--|--|
| 质量投入决策 | 条件 | IQI | $\alpha \geq 1 \cap d^{n-1} < a \times p^{n-1}$ | $d^n = d^{n-1} \times (1 + \beta)$ $r^n = r^{n-1} \times (1 + \lambda)$ |
| 质量投入决策 | 条件 | RQI | $\alpha < 1 \cap d^{n-1} \geq a \times p^{n-1}$ | $d^n = d^{n-1} \times (1 - \beta)$ $r^n = r^{n-1} \times (1 - \lambda)$ |
| 质量投入决策 | 条件 | MQI | $(\alpha \geq 1 \cap d^{n-1} \geq a \times p^{n-1}) \cup (\alpha < 1 \cap d^{n-1} < a \times p^{n-1})$ | $d^n = d^{n-1}$ $r^n = r^{n-1} \times (1 + \sqrt{\beta} - \lambda)$ |

表 2 平台 Agent 的转变触发类型及目标状态行为

Table 2 Platform Agent's transition trigger type and target state behavior

| 转变参量 | 触发类型 | 目标状态 | 判断条件 | 目标状态行为 |
|--------|------|------|--|--|
| 平台抽检决策 | 条件 | ISR | $F_{pg}^{n-1} + F_{pc}^{n-1} \geq C_p^{n-1}$ | $C_p^n = C_p^{n-1} \times (1 + \eta)$ $t_p^n = t_p^{n-1} \times (1 + \eta)$ |
| 平台抽检决策 | 条件 | RSR | $F_{pg}^{n-1} + F_{pc}^{n-1} < C_p^{n-1}$ | $C_p^n = C_p^{n-1} \times (1 - \eta)$ $t_p^n = t_p^{n-1} \times (1 - \eta)$ |

表 3 政府 Agent 的转变触发类型及目标状态行为

Table 3 Types of government agent triggers and target state behaviors

| 转变参量 | 触发类型 | 目标状态 | 判断条件 | 目标状态行为 |
|--------|------|------|--------------------------------------|--|
| 政府抽检决策 | 条件 | ISR | $\frac{F_g^{n-1}}{C_g^{n-1}} \geq k$ | $C_g^n = C_g^{n-1} \times (1 + \theta)$ $t_g^n = t_g^{n-1} \times (1 + \theta)$ |
| 政府抽检决策 | 条件 | RSR | $\frac{F_g^{n-1}}{C_g^{n-1}} < k$ | $C_g^n = C_g^{n-1} \times (1 - \theta)$ $t_g^n = t_g^{n-1} \times (1 - \theta)$ |

对数据进行合理估计,从而综合得出试验初始数据。

假定仿真试验运行 100 期,“生鲜产品供应商”及“消费者”的 Agent 数量分别为 100,10 000,而“政府监管部门”“生鲜电商平台”的数量均为 1。根据对某生鲜电商平台的供应商及对北京市政府监管部门及该平台对供应商抽检与处罚过程的调研结果,对各 Agent 进行参数变量设置,见表 4~6。

通过参考北京市食品安全监管部门和某生鲜电商平台的调研结果及爬虫抓取的消费者评价信息,以及新《食品安全法》等相关法律对消费者 Agent 参数进行设置,见表 7。

3.3 Agent 模型仿真

对 4 个 Agent 进行集成,通过 Anylogic 输出仿真运

表 4 供应商 Agent 参数设置

Table 4 Setting of supplier Agent parameter

| 名称 | 类型 | 初始值 |
|---------------|----|-------|
| 批发量 | 参数 | 1 000 |
| 单位产品生产成本 | 参数 | 8 |
| 单位产品批发价 | 参数 | 10 |
| 政府抽检比例 | 变量 | 0.01 |
| 政府惩罚系数 | 参数 | 1 000 |
| 平台对供应商抽检比例 | 变量 | 0.05 |
| 平台惩罚系数 | 参数 | 800 |
| 政府对供应商抽检占比 | 参数 | 0.5 |
| 质量水平随机数 | 变量 | 0.1 |
| 供应商质量投入金额 | 变量 | 1 000 |
| 合格率 | 变量 | 0.98 |
| 质量水平正态分布随机数方差 | 变量 | 0.02 |

表 5 平台 Agent 参数设置

Table 5 Setting of platform Agent parameter

| 名称 | 类型 | 初始值 |
|---------|----|-------|
| 产品单位成本 | 参数 | 15 |
| 产品零售价格 | 参数 | 16 |
| 政府惩罚系数 | 参数 | 1 000 |
| 平均合格率 | 变量 | 0.98 |
| 平台抽检比例 | 变量 | 0.05 |
| 平台抽检随机数 | 变量 | 0.1 |

表 6 政府 Agent 参数设置

Table 6 Parameter setting of government Agent

| 名称 | 类型 | 含义 |
|----------|----|------|
| 政府抽检比例 | 变量 | 0.01 |
| 政府抽检随机数 | 参数 | 0.1 |
| 政府抽检成本系数 | 参数 | 5 |
| 政府监管决策系数 | 参数 | 2 |

行数据并绘制时间折线图、百分比面积图对各 Agent 的状态进行统计分析。在保证结果一致的情况下,为使研究结果表现更直观,以产品不合格率表示生鲜产品安全情况。

3.3.1 供应商 Agent 状态统计 由图 2 可知,QPS 和 CPS 供应生鲜产品的不合格率变化趋势与总体不合格率变化趋势类似,在经历模型运行初期的快速下降后均逐渐趋于平稳。QPS 产品不合格率显著低于 CPS 的,符合现实情况对其认知。

3.3.2 平台 Agent 状态统计 由图 3 可知,平台 Agent 抽检比例的变化较为剧烈,在模型运行初期处于波动状态,随后逐渐上升,而后呈逐渐下降趋势,并且最终远低于

表 7 消费者 Agent 参数设置

Table 7 Parameter settings of consumer Agent

| 名称 | 类型 | 含义 |
|----------|----|------|
| 平均合格率 | 变量 | 0.98 |
| 消费者平台投诉率 | 参数 | 0.90 |
| 购买量 | 参数 | 10 |
| 购买价格 | 参数 | 16 |
| 平台处理率 | 参数 | 0.98 |
| 政府处理率 | 参数 | 0.95 |
| 平台赔偿倍数 | 参数 | 1 |
| 政府要求赔偿倍数 | 参数 | 10 |

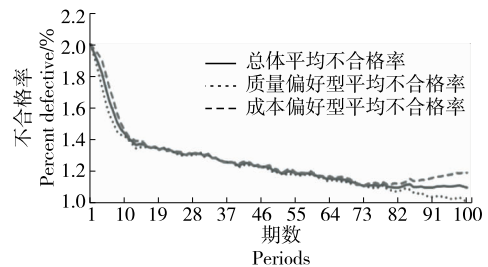


图 2 不同质量偏好的供应商 Agent 供应生鲜产品的不合格率

Figure 2 Unqualified rate of fresh products supplied by supplier agents with different quality preferences

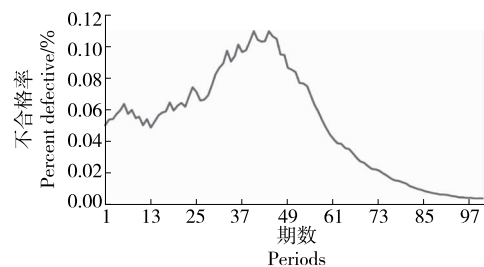


图 3 平台 Agent 抽检比例

Figure 3 Sampling inspection proportion of platform Agent

于初始抽检比例水平。结合图 2 可以推断,初始情况产品合格率较低,政府不断提高抽检比例令供应商罚款增加,使得供应商不断提高质量投入以提高产品合格率。产品合格率提升至一定水平后,政府监管部门无需维持较高的抽检投入,政府抽检比例便逐渐下降并逐渐恢复稳定。

3.3.3 政府 Agent 状态统计 由图 4 可知,政府 Agent 的抽检比例变化幅度较大,仿真模型运行初期,政府抽检比例显著提升,之后又迅速波动下降直至模型结束时,政府抽检比例水平返回至初始值左右。与图 3 对比可知,政府抽检比例变化落后于平台抽检比例且下降幅度更小。

3.3.4 消费者 Agent 状态统计 由图 5、6 可知,购买到合格生鲜产品的消费者始终占据 96% 以上的比例。模型运行初期,消费者购买状态比例和消费者受到赔偿总额的变化幅度较为剧烈,随着模型的运行,购买合格产品的消费者比例不断增加,平台给予消费者的赔偿总额也因此不断减少,且因为质量问题未得到妥善处理而选择不购买的消费者比例也在不断减少。

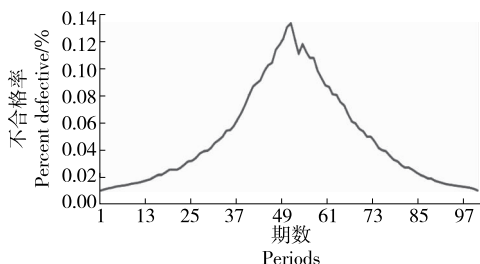


图 4 政府 Agent 抽检比例

Figure 4 Sampling inspection proportion of government agents

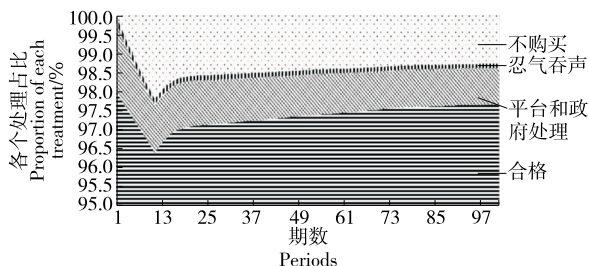


图 5 消费者 Agent 购买状态比例

Figure 5 Purchase status ratio of consumer Agent

3.4 对比试验

利用 Anglogic 软件的仿真试验界面,改变仿真模型试验中不同参数的取值进行不同的对比试验,其试验方案见表 8。方案 A 是初始方案,根据表 4~7 中的参数设定初始值,用作对比仿真试验的基准方案;方案 B1 和 B2 改变了政府对平台及供应商抽检的比例,研究不同的政府重点监管对象对生鲜电商产品监管效果的影响;方案 C1 和 C2 改变了政府的惩罚系数,方案 D1 和 D2 改变了平台的惩罚系数,分别研究政府和平台惩罚系数的变化对生鲜电商产品食品安全的影响。

3.4.1 政府对平台抽检占比 运行方案 A、B1 和 B2,结果见图 7。由图 7 可知,在其他条件不变的情况下,当政府对供应商的抽检占比为 0.2 时,生鲜产品的不合格率与初始仿真结果在仿真模型运行前、中期较为接近,在模型运行后期,略低于初始情况,但差距不明显。当政府对供应商的抽检占比为 0.8 时,生鲜产品的不合格率高于初始仿真结果,仿真后期供应商供应的不合格产品总量约比

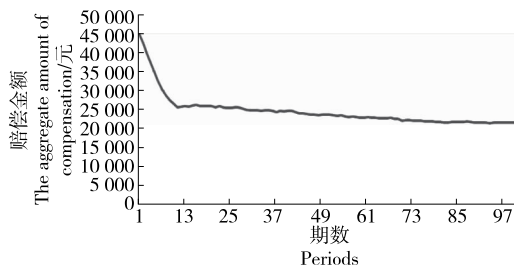


图 6 平台给予消费者 Agent 受赔总额

Figure 6 Total compensation received by the consumer Agent on the platform

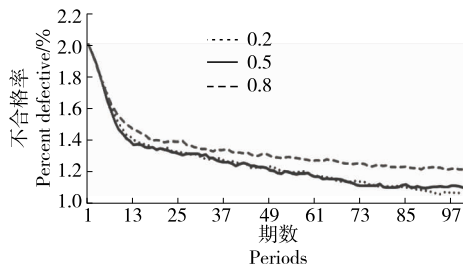


图 7 不同抽检占比下生鲜产品的不合格率

Figure 7 Unqualified rate of fresh products under different sampling proportion of government inspection

表 8 仿真试验设计方案

Table 8 Design scheme of simulation experiment

| 方案 | 政府对平台抽检占比 | 政府惩罚系数 | 平台惩罚系数 | 质量偏好型供应商占比 | 方案 | 政府对平台抽检占比 | 政府惩罚系数 | 平台惩罚系数 | 质量偏好型供应商占比 |
|----|-----------|--------|--------|------------|----|-----------|--------|--------|------------|
| A | 0.5 | 1 000 | 800 | 0.5 | C2 | 0.5 | 1 200 | 800 | 0.5 |
| B1 | 0.2 | 1 000 | 800 | 0.5 | D1 | 0.5 | 1 000 | 600 | 0.5 |
| B2 | 0.8 | 1 000 | 800 | 0.5 | D2 | 0.5 | 1 000 | 1 000 | 0.5 |
| C1 | 0.5 | 800 | 800 | 0.5 | | | | | |

初始仿真结果高 10%。

对不同产品偏好的供应商的生鲜产品不合格率进行具体分析,结果见图 8、9。对于 QPS,政府抽检占比无论上升或下降,其产品不合格率与初始情况相比无明显变化;对于 CPS,当降低对供应商抽检占比时,其产品不合格率相比初始情况在模型运行前、中期无明显差别,模型运行后期略低于初始情况,当提升对供应商抽检占比至 0.8 时,其产品不合格率显著高于初始情况。综上,从政府角度而言,对平台进行抽检比直接对供应商抽检更加有效,提高对生鲜电商平台的抽检占比更有助于提高生鲜电商产品的安全水平。

3.4.2 政府惩罚系数 运行方案 A、C1 和 C2,结果见图 10。由图 10 可知,在其他条件不变的情况下,当政府惩罚系数降低 20%至 800 时,生鲜产品的不合格率高于初始仿真结果,在模型运行中、后期,供应商产出不合格产品数量约比初始情况多 10%;当政府惩罚系数提升

20%至 1 200 时,生鲜产品的不合格率与初始仿真结果相比无明显差异。

对不同产品偏好的供应商的生鲜产品不合格率进行具体分析,结果见图 11、12。对于 QPS,政府惩罚力度无论上升或下降,其不合格率与初始情况相比无明显变化;对于 CPS,当提高政府惩罚力度时,其不合格率相比初始情况在模型运行前、中期无明显差别,在模型运行后期略低于初始情况;当降低政府惩罚系数时,其不合格率显著高于初始情况。综上,从政府角度而言,在现有水平上降低惩罚力度会使生鲜产品的质量水平显著降低,而提高惩罚力度则无显著影响,表明现有惩罚力度已达到较优的监管效果。

3.4.3 平台惩罚系数 运行方案 A、D1 和 D2,结果见图 13。由图 13 可知,在其他条件不变的情况下,当平台惩罚系数降低 20%时,其不合格率在模型运行前期下降幅度较缓,显著高于初始水平,随着仿真模型的运行,两种情况的差距不断减小,在模型运行中、后期,其不合格率略高于初始水平,后期供应商产出的不合格产品数量约比初始水平高 4%;当平台惩罚系数提升 20%时,其不合格率与初始仿真结果相比在模型运行前、中期并无明显差异,后期略低于初始情况,后期供应商产出的不合格产品数量约比初始水平低 5%。

对不同产品偏好的供应商的生鲜产品不合格率进行具体分析,结果见图 14、15。对于 QPS,平台惩罚力度无论上升或下降,其不合格率与初始情况相比无明显变化;对于 CPS,当平台惩罚系数提高时,其不合格率相比初始情况在模型运行前、中期无明显差别,后期略低于初始情

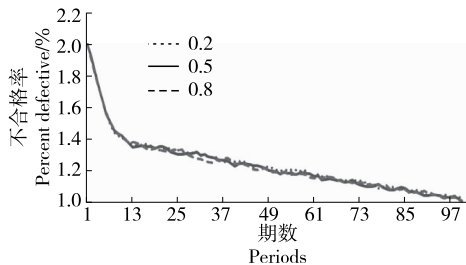


图 8 不同抽检占比下 QPS 产品的不合格率
Figure 8 Product failure rate of QPS under different sampling inspection ratios of the government

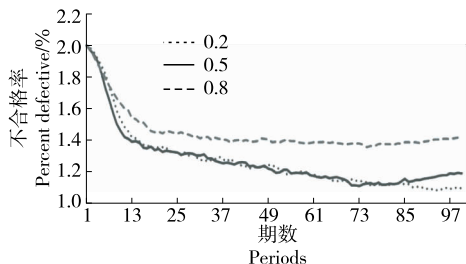


图 9 不同抽检占比下 CPS 产品的不合格率
Figure 9 Product failure rate of CPS under different sampling inspection ratios of the government

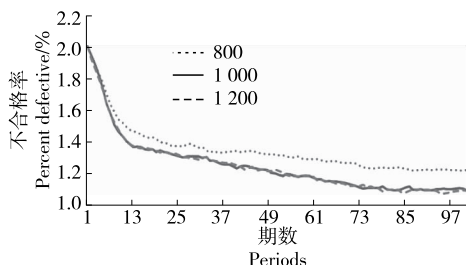


图 10 不同政府惩罚系数下供应商产品的不合格率
Figure 10 Product failure rate of suppliers under different governmental penalty coefficients

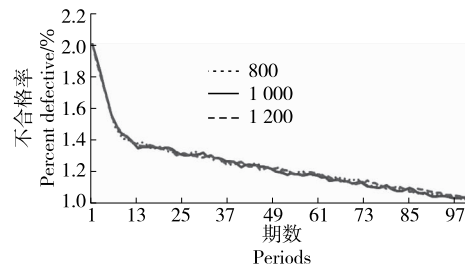


图 11 不同政府惩罚系数下 QPS 产品的不合格率
Figure 11 Product failure rate of QPS under different governmental penalty coefficients

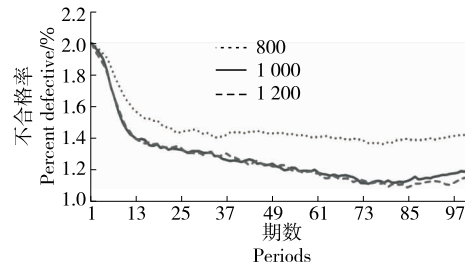


图 12 不同政府惩罚系数下 CPS 产品的不合格率
Figure 12 Product failure rate of CPS under different governmental penalty coefficients

况;当平台惩罚系数降低时,其不合格率明显高于初始情况。综上,从平台角度而言,降低惩罚力度会显著降低生鲜产品的质量水平,而提高惩罚力度在短期内对生鲜产品质量水平无显著影响,长期内会促进产品质量水平的提升。

3.4.4 政府惩罚与平台惩罚系数变化对比 运行方案 A、C1、C2、D1 和 D2,结果见图 16~21。由图 16、17 可知,政府及平台的惩罚系数变化对供应商产品不合格率存在重要影响。当惩罚系数降低时,模型运行初期,平台惩罚系数变化对供应商产品不合格率的影响大于政府惩罚系数变化的影响,但随着模型的不断运行,政府惩罚力度降低对产品品质影响更大,平台运行后期,平台惩罚力度降低 20% 会使供应商供应不合格产品总量相比初始情况增加 4% 左右,而政府惩罚力度降低 20% 时会使不合格产品总量增加 10%;当提高惩罚系数时,平台及政

府的惩罚系数变动对供应商的产品不合格率影响均不显著。

由图 18、19 可知,提高或降低政府及平台的惩罚系数对 QPS 所供应生鲜产品的平均不合格率无显著影响。

由图 20、21 可知,供应商总体不合格率受平台及政府惩罚系数影响,主要是因为 CPS 的产品不合格率对平台及政府的惩罚系数变化较为敏感。当惩罚力度降低时,模型运行初期,平台惩罚系数变化对供应商产品不合格率的影响大于政府惩罚系数变化的影响,但随着模型的不断运行,政府惩罚系数降低会造成供应商产品不合

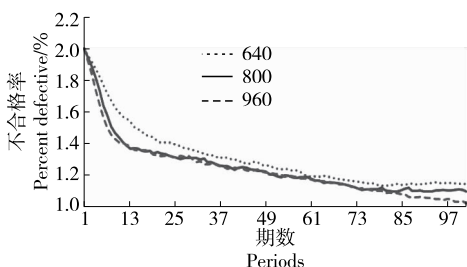


图 13 不同平台惩罚系数下供应商产品不合格率

Figure 13 Product failure rate of suppliers under penalty coefficients of different platforms

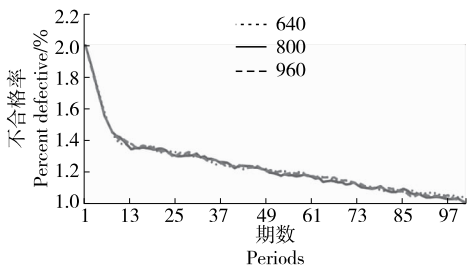


图 14 不同平台惩罚系数下 QPS 产品的不合格率

Figure 14 Product failure rate of QPS under penalty coefficients of different platforms

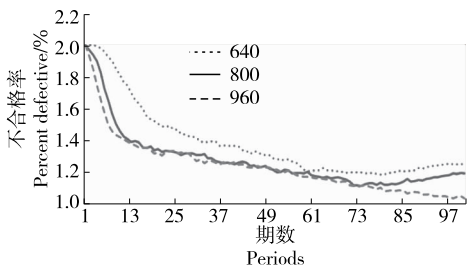


图 15 不同平台惩罚系数下 CPS 产品的不合格率

Figure 15 Product failure rate of CPS under different penalty coefficients of platforms

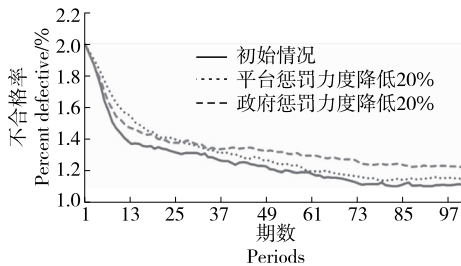


图 16 政府及平台惩罚系数降低 20% 时供应商产品不合格率

Figure 16 Product failure rate of suppliers when the penalty coefficient of government and platform is reduced by 20%

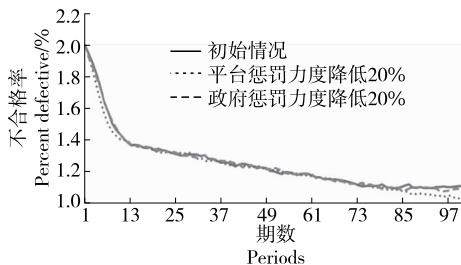


图 17 政府及平台惩罚系数提高 20% 时供应商产品不合格率

Figure 17 Product failure rate of suppliers when the penalty coefficient of government and platform is increased by 20%

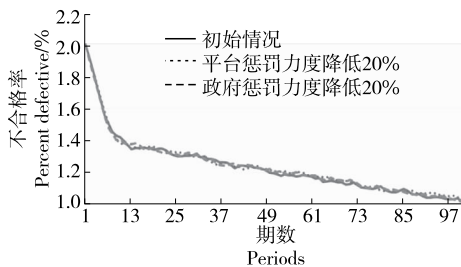


图 18 政府及平台惩罚系数降低 20% 时 QPS 产品的不合格率

Figure 18 Product failure rate of QPS when the penalty coefficient of government and platform is reduced by 20%

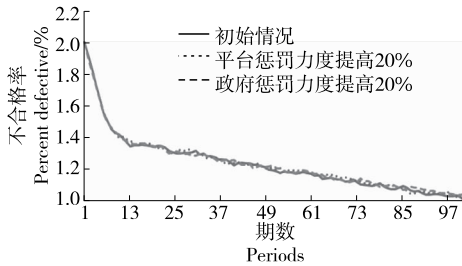


图 19 政府及平台惩罚系数提升 20% 时 QPS 产品的不合格率

Figure 19 Product failure rate of QPS when the penalty coefficient of government and platform is increased by 20%

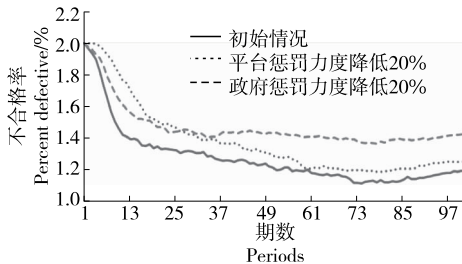


图 20 政府及平台惩罚系数降低 20% 时 CPS 产品的不合格率

Figure 20 Product failure rate of CPS when the penalty coefficient of government and platform is reduced by 20%

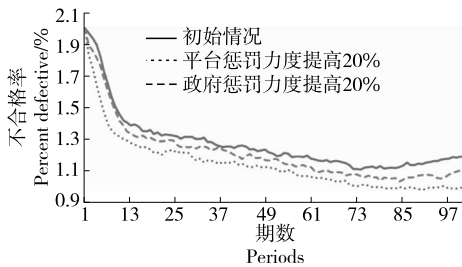


图 21 政府及平台惩罚系数提高 20% 时 CPS 产品的不合格率

Figure 21 Product failure rate of CPS when the penalty coefficient of government and platform is increased by 20%

格率处于更高水平,模型运行后期,政府惩罚力度下降 20% 会使 CPS 供应的不合格产品数量增加 20%,明显高于平台惩罚力度下降 20% 造成的约 5% 的增幅;当惩罚力度各提高 20% 时,相比于政府惩罚系数,平台惩罚系数的提高会使 CPS 的产品不合格率下降更多,模型运行后期,平台惩罚力度提高会使 CPS 供应的不合格产品总量下降约 15%,明显高于政府惩罚力度提高造成的 8% 左右的降幅。综上,若提高惩罚力度,提高平台惩罚力度相比提高政府惩罚力度更为有效。若降低惩罚力度,短期内平台惩罚力度降低会造成较大影响,但长期内政府惩

罚力度降低的影响幅度较大。

4 结论

生鲜电商的快速发展一直备受社会关注,食品的安全更是关注的重点。如何对生鲜电商的食品安全监管进行完善与优化,如何能够对食品安全违法行为进行有效约束,从而促进生鲜电商行业的健康稳定发展,仍是政府部门关注的重点。文章分析了各主体在监管模型中的行为及相互影响,构造了由生鲜电商供应商、生鲜电商平台、政府监管机构以及消费者四方共同组成的生鲜电商食品安全监管模型,并对该模型进行仿真试验,结果表明:构建生鲜电商供应商的投入决策模型和消费者购买决策模型,有助于生鲜产品供应商优化安全投入政策,政府及平台优化监管政策,制定更加有效的管理办法,引导供应商提高产品质量,提高顾客满意度并避免食品安全事件的发生。

生鲜电商的监管模式与传统的农产品供应链监管模式有所不同,对于如何保障生鲜电商食品安全,可从以下方面着手:① 电子商务背景下,政府监管已难以覆盖整个市场,而生鲜电商平台对其平台内食品安全的掌控与监管力度甚至比工商、质检等国家机关更强,更能对其供应商形成威慑。在政府部门选择监管对象时,政府部门监管重点应为生鲜电商平台,明确电商企业为食品安全事件“第一责任人”,督促生鲜电商平台对其供应商进行严格选择,强化内部食品安全检验检测体系,从而达到更好的监管效果。② 政府在进行生鲜电商食品安全监管时,较高的惩罚力度能够更好地保障食品的安全,并且若提高惩罚力度,提高平台对供应商的惩罚力度相比提高政府惩罚力度更为有效。若降低惩罚力度,短期内平台惩罚力度降低会造成较大影响,但长期内政府惩罚力度降低的影响幅度较大。所以政府应当确定相应的惩罚制度,并且逼迫平台确定相应的惩罚力度,以确保提高生鲜电商提供的食品的安全。

参考文献

- [1] 汪旭晖, 张其林. 电子商务破解生鲜农产品流通困局的内在机理[J]. 中国软科学, 2016(2): 39-55.
- [2] 吴志坚, 邱俊杰. 农业合作社运营生鲜电商平台的挑战、意义与机制[J]. 科技管理研究, 2015, 35(19): 197-201, 206.
- [3] 葛继红, 王文昊, 汤颖梅. 我国生鲜电商发展模式及其适用条件分析[J]. 贵州社会科学, 2018(1): 133-138.
- [4] 邵腾伟, 吕秀梅. 生鲜电商众筹预售与众包生产联合决策[J]. 系统工程理论与实践, 2018, 38(6): 1 502-1 511.
- [5] WANG Holly, HAO Na, ZHOU Qing-jie, et al. Is fresh food shopping sticky to retail channels and online platforms? Evidence and implications in the digital era[J]. Agribusiness, 2019, 35(1): 6-19.

(下转第 103 页)

- pressure and high-speed devices[J]. *Biotechnology Progress*, 1998, 14: 657-660.
- [6] 冯丽丽, 吴雪, 黄志刚, 等. 超声与高压微射流处理对大豆分离蛋白微细化的影响[J]. *食品与机械*, 2017, 33(12): 12-16.
- [7] JULIANE F, JEROME B, JACK L, et al. Analysis of a new type of high pressure homogeniser: A study of the flow pattern[J]. *Chemical Engineering Science*, 2004, 59: 843-853.
- [8] CASOLI P, VACCA A, BERTA G L. A numerical procedure for predicting the performance of high pressure homogenizing valves[J]. *Simulation Modelling Practice & Theory*, 2010, 18(2): 125-138.
- [9] CHENG Qian, DAVID J M. Formation of nanoemulsions stabilized by model food-grade emulsifiers using high-pressure homogenization: Factors affecting particle size[J]. *Food Hydrocolloids*, 2011, 25: 1 000-1 008.
- [10] DONSI F, FERRARI G, LENZA E, et al. Main factor regulating microbial inactivation by high-pressure homogenization: Operating parameters and scale of operation [J]. *Chemical Engineering Science*, 2009, 64: 520-532.
- [11] JOHANNES K, GERHARD M, MARCO M. High pressure homogenization of pharmaceutical solids [J]. *Journal of Supercritical Fluids*, 2012, 66: 380-388.
- [12] ANDREAS H, LASZLO F, FREDRIK I. High resolution experimental measurement of turbulent flow field in a high pressure homogenizer model and its implications on turbulent drop fragmentation[J]. *Chemical Engineering Science*, 2011, 66: 1 790-1 801.
- [13] SONG Xiao-zhou, ZHOU Cheng-jun, FU Feng, et al. Effect of high-pressure homogenization on particle size and film properties of soy protein isolate[J]. *Industrial Crops and Products*, 2013, 43: 538-544.
- [14] SCHULTZ S, WAGNER G, URBAN K, et al. High-pressure homogenization as a process for emulsion formation[J]. *Chemical Engineering Technology*, 2004, 27(4): 361-368.
- [15] INNINGS F, TRAGARDH C. Visualization of the drop deformation and break-up process in a high pressure homogenizer[J]. *Chemical Engineering & Technology*, 2005, 28: 882-891.
- [16] 刘斌, 吴雪, 王晶, 等. 不同结构均质阀内流场的数值模拟与对比研究[J]. *工程设计学报*, 2011, 18(3): 191-196.
- [17] 程江涛, 董秀萍, 冯涛. 新型均质阀腔体建模及流场分析[J]. *食品与发酵科技*, 2015, 51(6): 16-21.
- [18] KEINIG A R, MIDDLEBERG A P J. The correlation of cell disruption with homogenizer valve pressure gradient determined by computational fluid dynamics[J]. *Chemical Engineering Science*, 1996, 51(23): 5 103-5 110.
- [19] MATTHEW J S, CHEN Xiao-dong. Visualization of the flow patterns in a high-pressure homogenizing valve using a CFD package[J]. *Journal of Food Engineering*, 1997, 33: 151-165.
- [20] FRANCESCO D, MARIANNA A, GIOVANNA F. Microbial inactivation by high pressure homogenization: Effect of the disruption valve geometry[J]. *Journal of Food Engineering*, 2013, 115: 362-370.
- [21] SCHULTZ S, WAGNER G, ULRICH J. On the influence of geometric parameters of a combined orifice valve on the attainable mean droplet diameter during high-pressure homogenization[J]. *Engineering in Life Sciences*, 2002, 2(11): 337-340.
- [22] 吴雪. 高压射流破碎过程空化作用的强化研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2011: 30-32.
- [23] ANDREAS H, LASZLO F, FREDRIK I. Experimental validation of $k-\epsilon$ RANS-CFD on a high-pressure homogenizer valve[J]. *Chemical Engineering Science*, 2012, 71: 264-273.

(上接第 71 页)

- [6] HOBBS J E, YOUNG L M. Closer vertical co-ordination in agri-food supply chains: A conceptual framework and some preliminary evidence[J]. *Supply Chain Management*, 2000, 5(3): 131-143.
- [7] TOBIN D, THOMSON J, LABORDE L. Consumer perceptions of produce safety: A study of Pennsylvania[J]. *Food Control*, 2012, 26(2): 305-312.
- [8] OSTEN C D, FERNANDEZ-CORNEJO J. Economic and policy issues of US agricultural pesticide use trends[J]. *Pest Management Science*, 2013, 69(9): 1 001-1 025.
- [9] 童霞, 高申荣, 吴林海. 农户对农药残留的认知与农药施用行为研究: 基于江苏、浙江 473 个农户的调研[J]. *农业经济问题*, 2014, 35(1): 79-85, 111-112.
- [10] 郝利, 李庆江. 农户对农产品质量安全成本收益的认知分析: 基于 18 省农户的抽样调查[J]. *农业技术经济*, 2013, 34(9): 61-67.
- [11] 王常伟. 基于生产经营主体激励视角的食品安全问题研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2014: 34-39.
- [12] 徐航. 互联网订餐食品安全监管模式[J]. *食品与机械*, 2019, 35(11): 233-236.
- [13] 罗辉. 中国食品安全监管的问题审视与机制向度[J]. *食品与机械*, 2019, 35(8): 100-103.
- [14] 康智勇, 关晓琳, 杨浩雄. 网购食品安全协同治理体系探析[J]. *食品科学*, 2019, 40(5): 339-345.
- [15] NOORI M, TATARI O. Development of an agent-based model for regional market penetration projections of electric vehicles in the United States[J]. *Energy*, 2016, 96: 215-230.
- [16] 杨浩雄, 孔丹. 城市交通拥堵收费政策效用研究[J]. *价格理论与实践*, 2017(6): 66-70.