

张 浩,雷有春. 价格与标准变动对农产品质量影响的理论研究[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):468-473.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.143

# 价格与标准变动对农产品质量影响的理论研究

张 浩,雷有春

(青海大学财经学院,青海西宁 810016)

**摘要:**将农产品质量视为一个多维构念,考虑农产品 2 类典型的质量特征类型(望小、望目),构建多元质量特征过程目标均值模型,分析价格与质量标准对不同质量农产品质量特征的影响。通过算例分析发现,价格变动对不同质量特征农产品的影响不同,价格上升能显著提高望小类特征农产品的质量水平,高、低等级市场之间的价格差拉大有利于提高望目类农产品的质量水平。对于望小类质量特征农产品,在一定范围内严格的标准比宽松的标准对质量的激励效果更好,适当放宽望目类农产品质量特征的标准,对望小类特征质量水平的提高具有正向的激励作用。

**关键词:**农产品;过程均值;质量特征;望小;望目;价格;质量标准

**中图分类号:** F323.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0468-06

近年来,农产品质量安全问题频发,引起了政府、企业以及消费者对农产品质量的高度关注。通过行政手段加强监管与执行,对违背质量安全的行为给予惩罚是目前解决农产品质量安全问题的主要方法。与此同时,通过市场与经济手段对符合质量安全的行为给予正向激励还没有引起政府、企业与消费者的足够重视。实际生产中,农产品价格波动在降低农产品生产者收益稳定性的同时,进一步影响生产者对农产品质量的投入决策。现行农产品质量标准主要基于生产技术层面进行制定,较少考虑市场层面因素,实际应用中存在很多

障碍,难以平衡农产品生产者承担成本与消费者需求之间的关系,导致生产者缺乏生产符合质量标准农产品的内在动力。目前,关于农产品质量分类控制研究很多,研究人员从不同生产模式<sup>[1-2]</sup>、不同农产品供应链环节<sup>[3-4]</sup>以及不同农产品类别<sup>[5]</sup>等方面提出解决农产品质量安全问题的对策,较少考虑农产品质量的本质特征。虽然不同种类农产品面临的质量安全风险及隐患可能不同,但是不同种类的农产品也可能存在相同类型的质量特征,同种农产品也可能存在不同类别的质量特征。钟真等将农产品质量安全划分为品质、安全 2 个方面,并从生产、交易 2 个维度构建组织模式与农产品质量安全之间的逻辑关系,发现生产模式更显著地影响品质,交易模式更显著地影响安全<sup>[5]</sup>。事实上,农产品的品质、安全通常由多种质量特征表现出来,如农产品外观(包括大小、光泽、颜色等)是品质属性,农药残留属于安全属性。赵卓等研究了农产品根据质量特征进行质量分级对消费者、生产者及市场

收稿日期:2015-01-07

基金项目:国家自然科学基金(编号:71103102)。

作者简介:张 浩(1978—),吉林长春人,博士,副教授,硕士生导师,研究方向为农产品流通与食品质量安全。E-mail: zhanghao@cau.edu.cn。

专利。2008 年,孟山都公司和先正达公司达成了专利交叉许可协议,以大豆草甘膦抗性技术换取了先正达手中的麦草畏抗性技术的使用权<sup>[1]</sup>。2010 年,孟山都公司就大豆转化事件对 MON87708 申请了专利权保护,该品种兼备草甘膦和麦草畏的抗性。另外,早在 2005 年,孟山都公司就在农业化学领域开始麦草畏专利的布局,技术内容的核心是麦草畏和草甘膦混合型农药的配比和使用。可以推测,孟山都公司这轮专利申请的目的在于:通过在农业化学和育种技术领域的平行布局,推广草甘膦/麦草畏双价除草剂以及具有双价除草剂抗性的作物品种,推动麦草畏抗性和草甘膦抗性技术的捆绑,以此来巩固与先正达的技术联盟,并力争在合作关系中获得更多的定价权和话语权。

## 5 结论

如上所述,孟山都公司通过全面保护布局、支撑未来研发布局、产业链纵向布局、技术链协同布局这 4 种专利布局战略,在对核心技术进行保护的同时,充分挖掘、发挥出专利在战略层面和法律层面的价值,有力地支撑了企业的市场发展

策略。在孟山都公司看来,专利申请并不单纯是为了保护技术,而是为了快速地将技术成果转化为市场优势,因此合理的专利布局是击败竞争对手、获取市场价值的起点。这种独特的竞争思维和战略视角,值得国内相关产业和企业学习借鉴。

## 参考文献:

- [1] 潘汾渠. 试析美国孟山都公司如何构建其在全球粮食市场体系中的优势地位[D]. 广州:暨南大学,2009.
- [2] 宋 敏,刘丽军,苏颖异,等. 抗草甘膦 *EPSPS* 基因的专利保护分析[J]. 中国生物工程杂志,2010,30(2):147-152.
- [3] 秦 华,周蔚文,董 博,等. 孟山都公司大豆专利分析(上)[J]. 中国发明与专利,2011(5):52-56.
- [4] 秦 华,周蔚文,董 博,等. 孟山都公司大豆专利分析(下)[J]. 中国发明与专利,2011(6):60-64.
- [5] 宋 敏,刘丽军,苏颖异. 主要农作物转化事件的专利保护及对我国的启示[J]. 中国生物工程杂志,2010,30(11):112-117.
- [6] Monsanto Company. Monsanto Annual Reports (2006—2014)[R]. St Louis, Missouri: Monsanto Company, 2006—2014.

中介的影响,发现由于农产品质量分级标准由生产者、贸易者决定,现行分级大多数是满足流通之需而不是从满足消费者喜好差异出发<sup>[6]</sup>。因此,应多方面考虑消费者关注的质量特征,对农产品进行质量分级,才能够实现多方利益、切实提高农产品质量、满足消费者需求。1950 年, Springer 提出从产品质量特征的角度研究质量控制的理念,这一理念的核心是保证产品的多种质量特征尽可能满足消费者确定的某些质量标准的目标值,基于生产者利润最大化确定质量特征的最优均值,这一模型被称为经典过程均值模型<sup>[7]</sup>。之后在不同条件下,针对不同的生产过程、不同类型质量特征修正了最初的经典模型并得到了更新、更复杂的过程均值模型<sup>[8-12]</sup>。过程均值模型相关研究成果较为丰富,大部分研究采用数理模型方法,重在确定某种质量特征的最优均值,对于产品质量特征的系统分类,针对不同分类采用不同质量控制方法研究仍然比较薄弱。综上所述,现有研究采用了对不同生产模式、不同流通环节、不同农产品类别进行分类控制的思想。部分学者针对具体特征给出具体方法,但没有给出特征系统分类,也没有针对不同分类给出不同方法。本研究提出针对不同质量特征应采取不同质量控制方法的思路,通过分析价格与质量标准对不同质量特征的影响,提出 2 类典型质量特征的不同控制方法,采用过程均值模型,在确定最优质量特征均值的基础上,通过算例给出对不同质量特征进行质量控制的对策和生产者激励的可能方向。

## 1 多元质量特征过程均值模型分析

### 1.1 问题描述与变量设定

农产品生产过程中,生产者通常要控制产品的多种质量特征,以苹果生产为例,生产者通常要控制苹果的大小、颜色、光泽、甜度、农药残留等质量特征,这些质量特征大体可分为 2 类:一类质量特征是越小越好,称为望小质量特征(the - smaller - the - better);另一类质量特征是以达到某一目标为最佳,偏离目标值越多质量越差(过大或过小都不好),称为望目质量特征(the - nominal - the - better)。以苹果为例,苹果农药残留量总是期望越低越好,农药残留量可作为望小质量特征( $S$ ),将农药残留量用变量  $x$  来表示,并且  $x$  服从方差已知、均值未知的正态分布。一般来讲,苹果直径不宜过大或过小,能够满足消费者心目中的目标直径是最好的,苹果直径作为望目质量特征( $N$ ),苹果直径这一质量特征用变量  $y$  来表示,并且  $y$  服从方差已知、均值未知的正态分布。苹果采摘之后,生产者有能力对苹果进行筛选,按照苹果直径、农药残

留量对每单位苹果依次进行 100% 检测,将不同质量的苹果在不同市场进行销售,以提高苹果的商品价值。生产每单位苹果的固定成本为  $b$ ,为降低农药残留量所投入的单位变动成本是  $C_1$ ,为增大苹果直径投入的单位变动成本是  $C_2$ 。筛选过程中,第 1 阶段进行农药残留量( $x$ )检测,并产生  $I_1$  的单位检测成本,如果农药残留量低于规定的质量标准  $L$  即  $x < L$ ,则该单位苹果可以进入第 2 阶段检测,否则( $x \geq L$ )作为不合格品丢弃并产生  $w_1$  的单位丢弃成本。第 2 阶段针对苹果直径( $y$ )检测并产生单位检测成本  $I_2$ ,假设消费者心目中的理想目标直径为  $t$ ,如果苹果直径处于中间标准( $MSL$ )和最高标准( $USL$ )之间即  $MSL < y \leq USL$ (这类苹果农药残留量符合标准,并且苹果直径上等,更接近消费者的目标直径),则该单位苹果运输到高等级市场并以  $p_1$  价格出售;如果苹果直径处于最低标准( $LSL$ )和中间标准之间即  $LSL < y \leq USL$ (这类苹果农药残留量符合标准,苹果直径属于中等,和消费者的目标直径有差距),则该单位苹果将运输到低等级市场并以  $p_2$  价格出售,如果苹果直径低于最低标准或高于最高标准(这类苹果农药残留量符合标准但畸形,不满足消费者需求),则该单位苹果作为不合格品丢弃并产生  $w_2$  的丢弃成本。苹果检测筛选过程如图 1 所示。

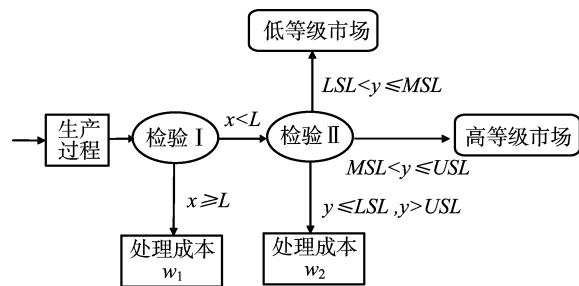


图1 苹果检测筛选过程

### 1.2 过程均值模型建立

建立过程均值模型应遵循以下假设: $x, y$  相互独立,并且服从均值分别为  $u_x, u_y$ , 方差分别为  $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  的正态分布;苹果质量检测过程是固定的,即先检测苹果内农药残留量( $x$ ),后检测苹果直径( $y$ );每单位苹果的生产成本由固定成本及 2 种质量特征相关的变动成本组成;苹果在高等级市场的销售价格不低于低等级市场的销售价格,即  $p_1 \geq p_2$ ;在苹果直径检测过程中,规定苹果直径的高、中、低 3 个标准应满足以下要求: $LSL < MSL < USL$ ;2 个阶段的检测都是 100% 无误检测。则有如下模型:

$$P(u_x, y_y) = \begin{cases} p_1 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - \text{loss}(x) - \text{loss}(y) & x < L \text{ 且 } MSL < y \leq USL \\ p_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - \text{loss}(x) - \text{loss}(y) & x < L \text{ 且 } LSL < y \leq MSL \\ -w_1 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - \text{loss}(x) - \text{loss}(y) & x \geq L \text{ 且 } -\infty < y < \infty \\ -w_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - \text{loss}(x) - \text{loss}(y) & x < L \text{ 且 } y > USL \\ -w_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - c_2y - I_1 - I_2 - \text{loss}(x) - \text{loss}(y) & x < L \text{ 且 } y \leq LSL \end{cases}$$

同一生产过程中,针对 2 种不同类型的质量特征,基于上述苹果检测筛选过程,以每单位苹果生产者最终获得的利润函数为目标函数建立如下的优化模型,表示以 2 种质量特征变量服从的正态分布均值作为决策变量生产者的利润函数:其中,  $\text{loss}(x)$ 、 $\text{loss}(y)$  表示田口质量损失函数,对于望小质量特

征( $x$ ),质量损失函数的表达式为: $\text{loss}(x) = k_1 x^2$ ;对于望目质量特征( $y$ ),质量损失函数的表达式为: $\text{loss}(y) = k_2 (y - t)^2$ ,其中  $k_1, k_2$  是质量损失系数。生产者从每单位苹果获得的期望利润可以表示为:

$$\begin{aligned} EP(u_x, u_y) = & \int_{-\infty}^L \int_{MSL}^{USL} [p_1 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - k_1x^2 - k_2(y - t)^2] \cdot f(x) \cdot f(y) dx dy + \\ & \int_{-\infty}^L \int_{MSL}^{USL} [p_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - k_1x^2 - k_2(y - t)^2] \cdot f(x) \cdot f(y) dx dy + \\ & \int_{L-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [-w_1 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - k_1x^2 - k_2(y - t)^2] \cdot f(x) \cdot f(y) dx dy + \\ & \int_{-\infty}^L \int_{USL}^{\infty} [-w_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - k_1x^2 - k_2(y - t)^2] \cdot f(x) \cdot f(y) dx dy + \\ & \int_{-\infty}^L \int_{-\infty}^{USL} [-w_2 - b - c_1(L - x) - c_2y - I_1 - I_2 - k_1x^2 - k_2(y - t)^2] \cdot f(x) \cdot f(y) dx dy。 \end{aligned}$$

利用第 1 条假设,使得  $\alpha = (L - u_x)/\sigma_x, \beta = (USL - u_y)/\sigma_y, \gamma = (MSL - u_y)/\sigma_y, \eta = (LSL - u_y)/\sigma_y$ , 则上述方程可以简化为:

$$\begin{aligned} EP(u_x, u_y) = & p_1 \cdot \varphi(\alpha) \cdot [\varphi(\beta) - \varphi(\gamma)] - b - c_1(L - u_x) - \\ & c_2u_y - I_1 - I_2 \cdot \varphi(\alpha) - k_1 \cdot (\sigma_x^2 + u_x^2) - k_2 \cdot [\sigma_y^2 + (u_y - t)^2] + \\ & p_2 \cdot \varphi(\alpha) \cdot [\varphi(\gamma) - \varphi(\eta)] - w_1[1 - \varphi(\alpha)] - w_2 \cdot \varphi(\alpha) \cdot \\ & [1 - \varphi(\beta)] - w_2 \cdot \varphi(\alpha) \cdot \varphi(\eta)。 \end{aligned} \tag{1}$$

对式(1)进一步处理后得到:

$$\begin{aligned} EP(u_x, u_y) = & [(p_1 + w_2)\varphi(\beta) + (p_2 - p_1)\varphi(\gamma) + (-p_2 - w_2) \\ & \varphi(\eta) + w_1 - w_2 - I_2]\varphi(\alpha) - b - c_1(L - u_x) - c_2u_y - I_1 - k_1(\sigma_x^2 + \\ & u_x^2) - k_2[\sigma_y^2 + (u_y - t)^2] - w_1。 \end{aligned} \tag{2}$$

式(2)为生产者从每单位苹果中获得的期望利润。

1.3 算例

通过给出算例来说明模型的应用,对上述模型中的参数赋予特定值: $p_1 = 6, p_2 = 5, b = 0.3, c_1 = 0.8, c_2 = 0.4, L = 1, USL = 4, MSL = 3, LSL = 2, k_1 = 0.15, k_2 = 0.2, t = 3.2, w_1 = 1.8, w_2 = 1.76, \sigma_x = 0.3, \sigma_y = 0.5$ 。采用单纯形直接搜索法,以生产者利润最大化为目标来确定望小质量特征、望目质量特征的最优过程均值  $u_x^*, u_y^*$ 。通过对方程(2)进行求解,得到  $u_x^* = 0.3199, y_y^* = 3.0538$ 。在给定参数下,生产者保证苹果平均农药残留量为 0.3199、平均直径为 3.0538 就能够实现利润最大化,此时每单位苹果可获得的期望利润  $EP = 2.8180$ 。

2 价格波动对农产品生产质量的影响分析

在得出最优解(最优均值)的基础上,通过灵敏度分析来考察模型中农产品销售价格的变化对最优过程均值、生产者最优利润的影响。在模型中考虑了农产品销售的高等级市场、低等级市场,虽然在实际市场中并没有非常明确地划分,但是同种农产品通常根据质量水平以不同价格销售,消费者也可以根据自己的消费水平合理选择,从而形成不同层次的消费市场。因此分 3 种情况探讨价格波动对农产品生产质量的影响。

2.1 不同市场的销售价格等幅度地分别波动

保持算例中其他参数不变,分别以 +20% 逐渐改变高等级、低等级市场销售价格  $p_1, p_2$  的值,得到不同的最优解。由表 1、表 2 可知,无论是  $p_1$  还是  $p_2$  逐渐增大,  $u_x, u_y$  都会逐渐减小。当高等级市场或低等级市场销售价格上涨时,对生产者来说,只要产品能够进入市场中,就能够获得比之前更多的

销售利润,因此激励生产者保证更多苹果的农药残留量满足  $x < L$ ,使得苹果的平均农药残留量  $u_x$  逐渐减小。对于  $u_y$  的变化则分 2 种情况讨论。

表 1  $p_1$  增大

$p_1$	$u_x$	$u_y$	$EP$
6.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
6.2	0.317 8	3.072 2	2.920 7
6.4	0.315 8	3.089 7	3.025 8
6.6	0.313 9	3.106 0	3.132 9
6.8	0.312 0	3.121 3	3.242 1
7.0	0.310 0	3.135 7	3.353 0

表 2  $p_2$  增大

$p_2$	$u_x$	$u_y$	$EP$
5.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
5.2	0.318 4	3.033 4	2.906 3
5.4	0.316 9	3.013 1	2.997 4
5.6	0.315 3	2.993 1	3.091 4
5.8	0.313 8	2.973 5	3.188 0
6.0	0.312 1	2.954 6	3.287 3

2.1.1 高等级市场价格( $p_1$ )波动 由表 1 可见,随着  $p_1$  逐渐增大,  $u_y$  值逐渐接近消费者对苹果直径的期望目标值  $t = 3.2$ 。基于给出的算例数据,在  $p_1$  初始条件下,  $u_y$  值虽然处在高等级市场的位置,但是并没有达到目标值;因此,随着  $p_1$  增大,  $u_y$  偏离目标值  $t$  的幅度也越来越小,苹果的平均直径逐渐接近期望目标值,而且接近的速度逐渐减小。生产者期望更多的苹果在高等级市场销售,同时期望更多的苹果直径接近目标值,减少质量损失。

2.1.2 低等级市场价格( $p_2$ )波动 保持算例中其他参数不变,以 +20% 逐渐改变低等级市场销售价格  $p_2$  的值,得到的最优解如表 2 所示。随着  $p_2$  逐渐增大,  $u_y$  值从高等级市场的位置减小到低等级市场的位置。  $p_2$  增大意味着同等数量的苹果在低等级市场实现的销售收入比之前( $p_2$  初始值时)更高,低等级市场的质量标准要比高等级市场低。随着  $p_2$  逐渐增大,高等级市场与低等级市场的价格差逐渐减小,生产者期望将更多的产品在低等级市场销售,实现利润最大化。为了满足低等级市场质量标准,控制每单位苹果直径满足  $LSL < y \leq MSL$ ,导致苹果的平均直径逐渐趋于低等级市场的质量标准,但是  $u_y$  减小的速度越来越慢,低等级市场价格  $p_2$  增大时,  $u_y$  的值将保持在低等级市场标准范围内。

2.2 不同市场的销售价格同时同方向变动

一般而言,农产品价格波动普遍存在高等级市场和低等级市场价格同时波动(联动)的情况。本研究主要分析当高等级市场、低等级市场销售价格同时上涨的情况。通常情况下,高等级市场与低等级市场的价格会同时变动,但是两级市场价格变动的幅度一般并不相等。从表 3、表 4、表 5 可知,不管  $p_1$ 、 $p_2$  上涨的幅度如何,只要  $p_1$ 、 $p_2$  同时增大, $u_x$  值都会减小。当产品销售价格上涨时,生产者为了保证更多的苹果能够通过第一阶段检测进入市场,对降低农药残留量投入的努力会逐渐增大,导致苹果平均农药残留量  $u_x$  逐渐减小。

2.2.1 高等级市场价格与低等级市场价格等幅度上涨 保持算例中其他参数不变,以 +10% 同时增加高等级市场、低等级市场的价格,即  $p_1$ 、 $p_2$  同时等幅度增大。由表 3 可知, $u_y$  逐渐减小。对生产者而言,当  $p_1$ 、 $p_2$  同时增大时,不管在哪个市场销售,每单位产品的销售收入都会比之前增多。此时,生产者需要平衡投入成本与质量损失。假设在当前的质量水平下,苹果直径没有达到目标值而节省的生产成本为  $m$ ,由于偏离目标值造成的质量损失为  $n$ ,依据本研究采用的算例数据,目前的情况可能是  $m > n$ ,即损失一部分质量所节省的成本大于质量损失,生产者为了节省成本会损失部分产品质量,所以随着两级市场价格升高,最优条件下的质量会下降。但是随着最优质量均值的变化, $m$  与  $n$  会有 1 个相等点,意味着当前质量水平下损失一部分质量所节省的生产成本与质量损失是相等的,过了相等点以后质量下降到一定程度后因为成本下降的幅度小于质量损失的幅度,质量又开始逐渐上升。

表 3  $p_1$ 、 $p_2$  等幅度增大

$p_1$	$p_2$	$u_x$	$u_y$	$EP$
6.1	5.1	0.318 1	3.053 1	2.912 2
6.2	5.2	0.316 5	3.052 5	3.006 4
6.3	5.3	0.314 8	3.051 8	3.100 7
6.4	5.4	0.313 2	3.051 3	3.195 0
6.5	5.5	0.311 6	3.050 7	3.289 2
6.6	5.6	0.309 9	3.050 1	3.383 6
6.7	5.7	0.308 4	3.049 5	3.477 9
6.8	5.8	0.306 9	3.049 0	3.572 2
6.9	5.9	0.305 4	3.048 4	3.666 6
7.0	6.0	0.303 9	3.047 9	3.761 0

表 4  $p_1$  增大幅度大于  $p_2$

$p_1$	$p_2$	$u_x$	$u_y$	$EP$
6.2	5.1	0.317 2	3.062 4	2.963 2
6.4	5.2	0.314 5	3.070 6	3.109 0
6.6	5.3	0.311 9	3.078 3	3.255 3
6.8	5.4	0.309 5	3.085 7	3.402 0
7.0	5.5	0.307 0	3.092 7	3.549 2
7.2	5.6	0.304 6	3.099 4	3.696 8
7.4	5.7	0.302 2	3.105 7	3.844 8
7.6	5.8	0.300 0	3.111 8	3.993 1
7.8	5.9	0.297 7	3.117 5	4.141 8
8.0	6.0	0.295 4	3.123 0	4.290 8

2.2.2 高等级市场价格上涨的幅度大于低等级市场价格上涨的幅度 保持算例中其他参数不变,以 +20% 增加高等级

市场价格,同时以 +10% 增加低等级市场价格,由表 4 可知, $u_y$  逐渐增大。高等级市场价格增长幅度大于低等级市场价格增长幅度,每单位产品在高等级市场销售由价格升高带来的利润增长量大于在低等级市场销售由价格上涨带来的利润增长量,因此生产者的最优选择是期望将更多的产品在高等级市场销售,为了满足高等级市场的质量标准,生产者保证苹果直径满足  $MSL < y \leq USL$ ,导致苹果平均直径  $u_y$  逐渐接近目标值  $t$ ,一方面能够保证更多的苹果进入高等级市场,另一方面减少质量损失。

2.2.3 高等级市场价格上涨的幅度小于低等级市场价格上涨的幅度 保持算例中其他参数不变,以 +10% 增加  $p_1$ ,同时以 +20% 增加  $p_2$ ,并且在此过程中始终满足  $p_1 \geq p_2$ ,由表 5 可知, $u_x$  逐渐减小。由于  $p_2$  上涨的幅度大于  $p_1$  上涨幅度,高等级市场单位利润的增加幅度小于低等级市场单位利润的增加幅度,生产者实现利润最大化的条件是将更多的产品在低等级市场销售。在本研究使用的算例数据下,价格变动之前最优均值处于高等级市场的位置,价格变动使得生产者倾向于控制苹果直径满足低等级市场标准,导致苹果平均直径  $u_y$  逐渐偏离高等级市场的质量标准,趋近于低等级市场的质量标准,但是  $u_y$  减小的速度越来越慢, $u_y$  值将保持在低等级市场标准范围内。

表 5  $p_1$  增大幅度小于  $p_2$

$p_1$	$p_2$	$u_x$	$u_y$	$EP$
6.1	5.2	0.317 4	3.043 1	2.956 0
6.2	5.4	0.315 0	3.032 6	3.094 9
6.3	5.6	0.312 7	3.022 5	3.234 6
6.4	5.8	0.310 4	3.012 6	3.375 0
6.5	6.0	0.308 1	3.002 9	3.516 1
6.6	6.2	0.305 8	2.993 7	3.657 9
6.7	6.4	0.303 6	2.984 6	3.800 4
6.8	6.6	0.301 4	2.975 9	3.943 4
6.9	6.8	0.299 2	2.967 6	4.087 1

2.3 不同市场的销售价格同时反方向变动

经过多次灵敏度分析,发现当不同市场价格同时反方向变动时,变动幅度不会影响结果,因此讨论当高等级市场价格上涨同时低等级市场价格下跌时的情况。保持算例中给出的其他参数不变,以 +10% 增大  $p_1$ ,同时以 -10% 减小  $p_2$ ,由表 6 可知  $u_x$  逐渐减小, $u_y$  逐渐增大。很显然,这种形式的价格波动使得高等级市场单位利润逐渐增大,同时低等级市场单位利润逐渐减小。实现高等级市场销售量最大化是生产者的

表 6  $p_1$  增大  $p_2$  减小

$p_1$	$p_2$	$u_x$	$u_y$	$EP$
6.1	4.9	0.319 6	3.073 1	2.826 6
6.2	4.8	0.319 2	3.091 7	2.837 7
6.3	4.7	0.318 9	3.109 6	2.851 3
6.4	4.6	0.318 5	3.126 7	2.867 2
6.5	4.5	0.318 1	3.142 9	2.885 3
6.6	4.4	0.317 6	3.158 3	2.905 3
6.7	4.3	0.317 1	3.172 9	2.927 2
6.8	4.2	0.316 6	3.186 8	2.950 9
6.9	4.1	0.316 0	3.199 9	2.976 3

最优选择,基于算例数据,价格波动之前  $u_y$  值处于高等级市场标准范围内,当  $p_1$  逐渐增大时,生产者保证更多苹果的直径满足高等级市场质量标准,使得苹果平均直径逐渐接近消费者期望目标值。

3 质量标准对农产品质量的影响

3.1 望小质量标准对农产品质量的影响

保持算例中其他参数不变,以 +20% 增大  $L$ ,由表 7 可知, $u_x$  逐渐增大, $u_y$  几乎保持不变。 $L$  值越大,意味着满足农药残留量这一标准的概率越大,政府放松了对农药残留量的管制或者降低了要求,苹果生产合格率越高。与此同时,生产者提供的苹果农药残留量会普遍升高,导致苹果平均农药残留量  $u_x$  增大。因此,望小质量特征对应的质量标准降低(值增大)对望小质量特征对应的生产质量存在负向影响。 $L$  逐渐增大, $u_x$  也逐渐增大,与初始条件相比,  $(L - u_x)$  (质量过剩)也逐渐增大,意味着相对质量水平提高了,与望小质量特征相关的变动生产成本也相对增大,导致生产者单位期望利润逐渐减小。

表 7  $L$  增大

$L$	$u_x$	$u_y$	$EP$
1.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
1.2	0.508 9	3.053 8	2.793 1
1.4	0.697 0	3.053 9	2.756 9
1.6	0.884 4	3.054 0	2.709 5
1.8	1.070 6	3.054 0	2.650 8
2.0	1.255 6	3.054 0	2.581 0

3.2 望目质量标准对农产品质量的影响

3.2.1 最低标准  $LSL$  逐渐增加 保持算例中其他参数不变,以 +20% 增大  $LSL$  时,由表 8 可知, $u_x$  逐渐增大, $u_y$  逐渐增大,生产者单位期望利润减少。 $LSL$  值越大,进入高等级市场、低等级市场就越难,生产者降低农药残留量使更多苹果进入高等级市场、低等级市场的积极性就会降低,因此  $u_x$  逐渐增大;同时生产符合直径要求的苹果概率就越小,直径合格率也就越低,之前直径合格的苹果可能由于标准的提高被划分为不合格品而丢弃。因此,生产者在原质量水平的基础上增加农药残留量,同时努力增大苹果直径,保证更多的苹果满足市场最低标准,导致苹果平均直径  $u_x$  逐渐增大,但是一直保持在高等级市场质量标准范围内。 $LSL$  逐渐增大,最低质量标准提高,产品进入市场变得困难,在原有质量标准下能够进入市场的产品,在当前质量标准下不能进入市场,因此生产者单位期望利润逐渐减少。

表 8  $LSL$  增大

$LSL$	$u_x$	$u_y$	$EP$
2.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
2.2	0.322 1	3.128 8	2.667 1
2.4	0.326 0	3.209 7	2.430 5
2.6	0.332 3	3.294 1	2.085 5
2.8	0.341 6	3.380 0	1.612 2
3.0	0.355 3	3.465 7	0.997 2

3.2.2 中间标准  $MSL$  逐渐增加 保持算例中其他参数不变,以 +20% 增大  $MSL$  时,由表 9 可知, $u_x$  逐渐增大, $u_y$  逐渐

减小,生产者单位期望利润减少。 $MSL$  值越大,对生产者来说苹果进入高等级市场越难,生产者降低农药残留的积极性降低,导致  $u_x$  逐渐增大,但是  $u_x$  增大的速度越来越小,即  $MSL$  无限增大时, $u_x$  会保持在小于  $L$  的水平。另一方面生产者致力于将更多的苹果在低等级市场出售,基于算例数据,苹果平均直径逐渐接近于低等级市场的质量标准, $u_y$  逐渐减小,从高等级市场的位置降低到低等级市场,但是  $MSL$  减小的速度越来越慢,即  $MSL$  无限增大时, $u_y$  值仍然满足低等级市场的质量标准。 $MSL$  逐渐增大,中间质量标准提高,产品进入高等级市场变得困难,在原有质量标准下能够进入高等级市场出售的产品,按照当前的质量标准可能只能进入低等级市场出售,因此生产者单位期望利润逐渐减少。

表 9  $MSL$  增大

$MSL$	$u_x$	$u_y$	$EP$
3.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
3.2	0.322 8	3.049 2	2.662 0
3.4	0.325 6	3.025 5	2.525 3
3.6	0.327 7	2.992 4	2.428 1
3.8	0.328 9	2.964 8	2.372 0
4.0	0.329 5	2.948 2	2.345 0

3.2.3 最高标准  $USL$  逐渐增加 保持算例中其他参数不变,以 +20% 增大  $USL$  时,由表 10 可知, $u_x$  逐渐减小, $u_y$  逐渐增大,生产者单位期望利润增大。 $USL$  值越大,苹果在高等级市场销售的可能性越大,之前由于直径过大被作为不合格品的苹果可能会进入高等级市场。由于最高质量标准放宽,为了保证更多苹果满足高等级市场的质量标准,生产者会努力降低苹果农药残留量,导致  $u_x$  逐渐减小。基于算例数据,苹果的平均直径先逐渐接近目标直径,随后慢慢偏离目标直径,但是偏离目标直径的速度逐渐减小。 $USL$  逐渐增大,最高质量标准提高,在原有质量标准下由于直径偏大而被丢弃的部分产品,在当前的质量标准下可能会进入高等级市场出售,因此生产者单位期望利润逐渐增大。

表 10  $USL$  增大

$USL$	$u_x$	$u_y$	$EP$
4.0	0.319 9	3.053 8	2.818 0
4.2	0.316 1	3.164 2	2.990 6
4.4	0.313 2	3.267 6	3.108 4
4.6	0.311 3	3.358 3	3.182 7
4.8	0.310 0	3.429 7	3.224 2
5.0	0.309 3	3.476 4	3.243 5

4 结论与讨论

本研究从农产品生产者角度出发,将农产品质量作为一个多维构念,以苹果生产为例,考虑了望小、望目 2 种不同类型的质量特征,建立多元质量特征过程均值模型,分析得到价格与质量标准对不同类型质量特征的影响(表 11)。

4.1 市场价格上升能显著提高具有望小质量特征的农产品质量

由表 11 可知,无论  $p_1$ 、 $p_2$  分别增大还是同时增大, $u_x$  值都随着市场价格的增大而减小,即市场价格上涨能够有效激励生产者提高望小类特征的质量水平。

表 11 价格与质量标准对农产品各类质量特征均值的影响

指标	变动因素	$u_x$	对应质量	$u_y$	对应质量	单位期望利润
销售价格	$p_1$ 增大	减小	提高	逐渐接近目标值,接近速度减小	提高	增大
	$p_2$ 增大	减小	提高	逐渐偏离目标值,偏离速度减小	降低	增大
	$p_1$ 、 $p_2$ 等幅度增大	减小	提高	逐渐偏离目标值,趋向低等级市场	降低	增大
	$p_1$ 增大幅度大于 $p_2$	减小	提高	逐渐接近目标值,接近速度减小	提高	增大
	$p_1$ 增大幅度小于 $p_2$	减小	提高	逐渐偏离目标值,偏离速度减小,趋向低等级市场	降低	增大
	$p_1$ 增大、 $p_2$ 减小	减小	提高	逐渐接近目标值,接近速度减小	提高	增大
质量标准	$L$ 增大	增大	降低	不变	不变	减小
	$LSL$ 增大	增大	降低	先逐渐接近目标值,接近速度增大;后逐渐偏离目标值,偏离速度减小	提高	减小
	$MSL$ 增大	增大	降低	先逐渐偏离目标值,趋向低等级市场,偏离速度增大;之后偏离速度减小	降低	减小
	$USL$ 增大	减小	提高	先逐渐接近目标值,接近速度增大;后逐渐偏离目标值,偏离速度减小	提高	增大

4.2 高等级与低等级市场之间的价格差越大,越有利于提高望目类特征农产品质量

由表 11 可知, $p_1$  增大、 $p_1$  增大幅度大于  $p_2$ 、 $p_1$  增大且  $p_2$  减小这 3 种情况都意味着高等级市场与低等级市场之间的价格差在逐渐增大,此时望目类质量特征的最优均值逐渐接近目标值,对应的质量水平逐渐提高。

4.3 在一定范围内,严格的标准比宽松标准对望小特征质量的激励效果更好

望小类特征的农产品质量标准越严格,进入市场的农产品质量水平也越高;但是,质量标准越严格,生产者为了达到规定质量标准投入的生产成本也越高,负担增大,可能会负向激励生产者退出市场。因此,在平衡消费者健康需求及生产者承担成本关系的基础上,一定范围内相对严格的标准能够更有效地激励生产者提高望小类特征农产品的质量。

4.4 适当放宽望目类特征的质量标准,对先行检验的望小特征产品质量水平的提高具有正向的激励作用

基于本研究考虑的产品筛选检测过程,适当地放宽望目类特征产品的质量标准,意味着通过望小质量特征检测的产品进入市场的概率会增大,进而正向激励生产者提高望小质量特征的质量水平。市场价格的变动对望小质量特征产品的影响是显著而直接的;因此,应在加大生产环节质量检测力度的基础上逐步提高农产品市场价格,对于减少农药残留、提高具有望小特征的农产品质量具有积极的正向激励作用。对于望目质量特征则要区别对待,全面提升价格并不一定会使质量得到提升,拉大高等级市场与低等级市场之间的价格差有利于提高望目类特征的质量水平。因此综合 2 类质量特征来看,应在提高整体价格的同时拉大高等级市场与低等级市场之间的价格差,可以有效激励生产者提高产品质量,对保证农产品质量安全具有积极作用。对于望小质量特征标准的制定,在一定范围内严格的标准比宽松的标准对质量的激励效果更好;对于望目质量特征标准的制定,并没有明确的高或低标准,应根据目前实际质量均值与消费者目标质量均值的差异合理设定标准,以激励生产者逐渐接近或达到消费者目标均值。在此基础上如果能适当放宽望目特征产品的质量标

准,则对先行检验的望小特征产品质量的提高具有正向激励作用。

参考文献:

[1] 吴 森,王家铭. 农户经营模式下的农产品质量安全风险及其治理[J]. 农村经济,2012(1):21-25.

[2] 高锁平,裴红罗. 农民专业合作社:控制农产品质量安全的有效载体——以浙江临海市上盘西兰花合作社为例[J]. 农村经济,2011(1):127-129.

[3] 甘庭宇. 从生产链看农产品质量安全[J]. 农村经济,2005(7):14-16.

[4] 刘 畅,张 浩,安玉发. 中国食品质量安全薄弱环节、本质原因及关键控制点研究——基于 1 460 个食品质量安全事件的实证分析[J]. 农业经济问题,2011(1):24-31.

[5] 钟 真,孔祥智. 产业组织模式对农产品质量安全的影响:来自奶业的例证[J]. 管理世界,2012(1):79-92.

[6] 赵 卓,于 冷. 农产品质量分级与消费者福利:原理、现实及政策含义[J]. 农业经济问题,2009,30(1):20-24.

[7] 郝 利,任爱胜,冯忠泽,等. 农产品质量安全农户认知分析[J]. 农业技术经济,2008(6):30-35.

[8] Duffuaa O S,El - Ga' aly A. A multi - objective mathematical optimization model for process targeting using 100% inspection policy[J]. Applied Mathematical Modelling,2013,37(3):1545-1552.

[9] Goethals P L,Cho B R. Solving the optimal process target problem using computer - generated experimental designs [J]. European Journal of Industrial Engineering,2012,6(2):234-258.

[10] Park T,Kwon H M,Hong S H,et al. The optimum common process mean and screening limits for a production process with multiple products[J]. Computers & Industrial Engineering,2011,60(1):158-163.

[11] Duffuaa S O,Al - Turki U M,Kolus A A. Process - targeting model for a product with two dependent quality characteristics using acceptance sampling plans[J]. International Journal of Production Research,2009,47(14):4031-4046.

[12] Springer H C. A method for determining the most economic position of a process mean[J]. Industrial Quality Control,1951,8(1):36-39.