



经济理论与经济管理

工作论文系列

Working Paper Series

基于不确定性约束条件的食物浪费行为研究

连大祥 高原 刘晓鸥

ETBMWP2022039

2022. 07. 30

* 本刊编辑部推出工作论文项目，将“拟用稿”而尚未发表的稿件，以工作论文的方式在官网呈现，旨在及时传播学术成果，传递学术动态。

本刊所展示的工作论文，与正式刊发版可能会存在差异。如若工作论文被发现存在问题，则仍有被退稿的可能。各位读者如有任何问题，请及时联系本刊编辑部，期待与您共同努力、改进完善。

联系人：李老师；联系电话：010-62515330

基于不确定性约束条件的食物浪费行为研究^{*}

连大祥 高原 刘晓鸥

[摘要] 本文探讨了决策者食物利用能力的不确定性如何引起食物浪费，并比较了食物浪费税和私人信息干预这两个政策工具对食物浪费量和社会福利的影响。结果表明，消费者食物最优保有量决策一旦偏离其食物利用能力，就会引发食物浪费。虽然两个政策工具都可以有效地降低食物浪费，但是食物浪费税对社会福利的影响方向不确定，而私人信息干预却可以通过激发学习机制、增强决策者对自身食物利用能力的认知、并降低不确定性，从而提高整体社会福利。

[关键词] 食物浪费；不确定性；食物利用；信息干预

一、引言

随着生产力的发展，食物浪费问题逐渐成为一全球性议题。联合国粮食与农业组织的报告(2013)中指出，全球食物浪费量高达食物生产总量的1/3。据此粗略估计，全球约1/3的农业用地生产出的食物从未被消费过。与食物浪费共存且相互矛盾的现象还有全球性的食物不足和营养不良问题。食物“过剩”和“不足”的现象同时存在，表面看似矛盾，本质上却正是经济学家们所关注的资源错配(resource misallocation)问题的现实反映。生产过剩食物的资源本可以有其他用武之地，例如，帮助生产贫困地区饥饿人口所需的食物。除了资源错配的问题之外，处理食物垃圾为全球带来了严重的环境问题。即使在最发达的国家，以现有的垃圾处理技术，仍有高达75%的食物垃圾被掩埋处理。食物在腐烂过程中散发出的温室气体占全球

每年温室气体排放量的9%。由于浪费的食物在生产中无效率的占用资源、以及处理浪费的食物所带来的环境污染和环境恢复成本，使得食物浪费这一现象具有了极强的负外部性。不仅如此，近年来世界格局变动剧烈，引发了各国对食物安全不确定性风险的担忧。2020年以来的新冠疫情，更是对全球食物供应链的安全和弹性提出了极大的挑战。2020年8月，习近平总书记对制止中国的餐饮浪费做出了重要指示，推动了《反食物浪费法》草案的提出。2021年4月29日，十三届全国人大常委会第二十八次会议表决通过了《中华人民共和国反食品浪费法》。因此，杜绝食物浪费对于发挥农业“压舱石”的作用具有重要的意义。

本文从经济学的角度对食物浪费进行两方面的研究。一是从决策者对自身食物利用能力不确定性的角度，探讨食物浪费形成原因和过程；二是如何才能设计有效的政策减少食物浪费。探讨食物浪费首先需要明确食物浪费的定义。本文采用了文献中

^{*} 连大祥，美国德克萨斯大学商学院经济系。高原、刘晓鸥（通讯作者），中国人民大学农业与农村发展学院，邮政编码：100872，电子信箱：xiaou.liu@ruc.edu.cn。感谢国家自然科学基金委面上项目（No. 71973146）和国家社科基金重大项目（项目号：20&ZD164）对本研究的资助。作者感谢中国人民大学农业与农村发展学院硕士生汪诗韵对本文实证研究部分所作出的显著贡献。感谢匿名评审人提出的修改意见，笔者已做了相应的修改，本文文责自负

关于食物浪费的最一般的定义。即食物浪费量等同于食物实际保有量超过可以被有效利用的数量。例如，农户对食物储存技术做出的错误估计，可能会导致部分食物在被出售前就腐烂变质，造成了食物损耗；超市由于无法准确估计需求的变动，仓库中囤积了过多的食物无法按时售出，导致浪费；消费者在购买食物时，对食物保质期理解错误，则可能会导致食物在计划食用之前变质，无法食用；抑或是某个群体在外就餐时，负责点菜的决策者无法准确获知群体的食物消费量和食物偏好，进而导致食物浪费。据此定义可知，食物浪费的主要来源在于决策主体无法准确地获知食物可以被有效利用的数量，或者是对食物储藏和保存技术的理解存在偏差，最终导致了食物可以被有效利用的数量小于食物的实际保有量，即决策主体在决策时，所面临的约束条件存在不确定性。因此，食物浪费的大小取决于约束条件不确定性的分布。如果食物可以被有效利用的数量不存在不确定性，那么决策主体可根据食物的有效利用量来指导其进行食物生产和采购，那么社会中便不会存在食物浪费的现象。在此需要强调的是，本文所探讨的食物浪费不包括食物在生产和消费过程中产生的必要损耗。浪费和资源行动项目（WRAP）中规定了食物中所包含的不可食用部分，例如，鸡蛋壳，不属于本文所探讨的食物浪费范畴的。

近年来，关于食物浪费的研究虽然进入了快速增长期，但大多数文献仍集中于对不同国家的食物浪费程度进行测量和估计（Muth et al. 2011; Buzby and Hyman 2012; Buzby, Farah-Wells and Hyman 2014; Bovay and Zhang 2019）。少数研究利用观察数据或实验方法确定影响食物浪费程度的一些因素（Qi, Lai and Roe 2020; Qi, Apolzan, et al. 2020; Qi and Roe 2017; Yu and Jaenicke 2020b; Roe, Bender and Qi 2020），揭示了食物浪费问题的重要性，为食物浪费的理论分析奠定了基础。本文则试图使用经济理论来检验食品浪费是如何作为一种经济现象出现的，并发掘与食品浪费的产生有关的可能的机制和因素。目前，关于食物浪费的理论研究主要有三个角度。第一，从食物浪费问题的宏观经济结构入手（如 Bellemare et al.

2017）。这类研究探讨了食物浪费在整个食物供应链中的宏观经济结构，促进了从宏观经济层面对食物浪费进行更为准确的估计。第二，从消费角度入手，将食物浪费认定为是消费者在时间分配和家庭生产决策中的理性选择的结果（Lusk and Ellison 2017; Morris and Holthausen Jr 1994; Hamilton and Richards 2019; Landry and Smith 2018; Landry and Smith 2019）。即认为消费者之所以选择浪费食物的原因，是因为直接丢弃食物比花费额外的时间和成本来保存食物对消费者来说更为有利。第三，认为食物浪费是进行无效率的生产投入的结果（Yu and Jaenicke, 2020）。此类研究认为，消费者将食物作为生产投入要素，进行家庭生产过程，将食物转化为能源。在家庭生产的过程中，食物浪费作为一种投入要素的效率损失而存在。本文关于食物浪费的分析，在肯定食物浪费现象在整个供应链层面广泛存在的基础上，将食物供应链各环节的决策主体简化成单一的决策主体，并分析这一决策主体在面临其食物利用能力的不确定性时，如何进行食物的生产或购买决策。这一简化不但允许我们可以轻易地将决策主体的食物浪费行为应用到针对供应链中的各环节的分析，而且指出了约束条件的不确定性是食物浪费产生的一个主要来源，填补了以上三类研究角度对食物浪费主要原因的研究空白。

本文的另外一个创新点，是在研究食物浪费成因的基础上，探讨针对减少食物浪费设计的不同政策工具对社会福利的影响。我们分析了两类政策工具：食物浪费税和私人信息干预。较之于之前关于食物浪费税的政策效果分析研究（如 Katare et al. 2017），我们发现，食物浪费税并不能提高所有决策者的福利。对于更高效的利用食物的决策主体，食物浪费税反而会降低他们的社会福利水平。而私人信息干预，却可以通过激发决策主体对食物浪费问题的认知与学习机制，进行“助推”，从而提升整体的社会福利水平。

二、模型构建

假定一个决策主体面临如下的决策问题：根据

其食物的有效利用情况来决定食物的保有量。本文重点关于以下来源的食物浪费：决策主体的食物利用能力具有不确定性。即决策者仅知道其食物利用能力的分布，无法确知具体取值，且食物利用能力分布的变化直接带动了食物浪费量的变化。这一对食物浪费来源的高度概括增加了本文模型的适用范围。令 x 表示该决策者的计划食物保有量。设 x 是选择集 $X = [a, b] \subset \mathbb{R}_+$ 中的一个元素。虽然该决策者可以将任意数量的 $x \in X$ 作为其计划食物保有量，但其实际食物消费能力 $y \in [a, b]$ 却具有不确定性。例如，决策者可能在餐厅中点了太多的菜品，或者在家烹饪时使用了过多的食材。虽然决策者在就餐开始之时，满怀信心的认为自己可以吃完，但结果往往并非如此。因此，我们假定，尽管决策者不知道 y 的真实值，却对 y 在 $[a, b]$ 上的概率分布拥有一个主观的先验信念 (subjective prior belief)，可以用 $F(y)$ 表示其分布函数，其相应的密度函数为 $f(y)$ 。根据分布函数的定义，我们有 $F(a) = 0$ 和 $F(b) = 1$ 。

当决策者的食物保有量小于食物的有效利用量时，即 $x < y$ ，决策者最多可以利用 x 单位的食物获得 $u(x)$ 单位的收益 (payoff)。如果决策者的食物保有量大于可以被有效利用的食物量时，即 $x > y$ ，那么决策者只能利用 y 单位的食物并获得 $u(y)$ 的收益；也就是说，即使决策者的食物保有量远超过可以被他人/她有效利用的食物量，决策者实际利用的食物量也不能超过其食物利用能力 y 。因此，对于 $x \in X$ ，决策者的收益函数 (payoff function) 为 $u(\min\{x, y\})$ 。设其保有食物量 x 的成本为 $c(x)$ 。我们可将这一决策问题写为：

$$\max_{x \in X} \mathbb{E}_{F(y)} u(\min\{x, y\}) - c(x) \quad (1)$$

其中 $\mathbb{E}_{F(y)} u(\min\{x, y\})$ 是决策者对于基于 $F(y)$ 的先验信念下的事前预期收益。

为了求解式 (1)，我们需要对函数 $u(\cdot)$ 和 $c(\cdot)$ 做出两个前提假设：

假设 1. $u(\cdot)$ 和 $c(\cdot)$ 是二次可微的连续函数，且 $u'(x) > 0$ ， $u''(x) < 0$ ； $c'(x) > 0$ ， $c''(x) \geq 0$ 。

其中，关于 $u'(x) > 0$ 和 $c'(x) > 0$ 的假

设意味着利用食物的收益和食物的保有成本都是定义在 x 上的增函数。关于 $u''(x) < 0$ 的假设则意味着食物利用的边际效用递减，这与其他决策模型中的边际效用递减的假设是一致的。关于 $c''(x) \geq 0$ 的假设则意味着食物保有的边际成本递增或保持不变。我们允许 $c''(x) = 0$ 的情况存在，即边际成本可以等于常数，主要是出于成本函数可能是 x 的线性函数的考虑。

假设 2. $u'(a) > c'(a)$ 且 $u'(b) < c'(b)$ 。

这个假设要求当食物的有效利用量较低时（接近 a ），新增一单位的食物利用带来的收益要高于其成本；而在食品有效利用量较高时（接近 b ），则新增一单位的食物利用带来的成本高于其收益。这两个假设共同决定了定义在 $[a, b]$ 上的两个函数 u' 和 c' 具有单交性质 (single-crossing property)，即 c' 的函数图像在区间 $[a, b]$ 中自下而上穿过 u' ，交点有且仅有一个。这一性质决定了决策模型 (1) 的最优解存在且唯一。

令 $x^{optimal}$ 表示决策模型 (1) 的最优解 (the optimal solution)，并由此定义决策模型 (1) 中产生的食物浪费量：

定义 1. 令 w 表示食物浪费量，那么 $w \equiv \max\{x^{optimal} - y, 0\}$

定义 1 将食物浪费限定为非负数。即，如果最优食物保有量 x^* 大于真实的食物利用能力 y ，则食物浪费量 w 的取值为 $x^* - y$ ，反之为 0。

三、模型结果

(一) 基准结果：确定性约束条件下的食物浪费量

首先，我们先假定食物利用能力不存在不确定性，将此时模型的解作为模型的基准结果。假设决策者真实的食物利用能力为 \bar{y} 。当决策者确定自己拥有真实食物利用能力的完备信息时，即此时 $y = \bar{y}$ ，那么模型 (1) 所刻画的决策问题可以分解为以下两个优化问题：

$$\max_{x \in [a, \bar{y}]} u(x) - c(x), \quad (2)$$

$$\max_{x \in [\bar{y}, b]} u(\bar{y}) - c(x). \quad (3)$$

根据假设 1 中所规定的 $u' > 0$ ，我们可知优化式 (2) 的最优解由其一阶条件决定，

$$u'(x) = c'(x). \quad (4)$$

把式 (4) 的解表示为 x^0 ，即 $u'(x^0) = u'(x^0)$ 。优化式 (3) 在 \bar{y} 处即可取得最大值。

因此，在确定性约束条件下，决策者的最优食物保有量 \bar{x} 由 x^0 与 \bar{y} 的相对大小决定。即当 $x^0 < \bar{y}$ 时， $\bar{x} = x^0$ ；当 $x^0 \geq \bar{y}$ 时， $\bar{x} = \bar{y}$ 。如图 1 所示。在这两种情况下，决策者的食物浪费量 w 都为 0。也就是说，在决策者明确地知道自己的真实食物利用能力的情况下进行最优食物选择，并不会形成任何食物浪费。我们将这一结论总结为命题 1：

命题 1. 如果决策者对于其真实的食物利用能力 y 不存在不确定性，那么就不会产生任何食物浪费。

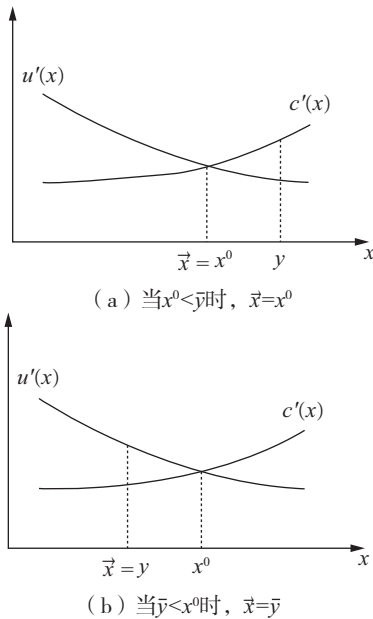


图 1 确定性约束条件下的最优食物保有量

(二) 不确定性约束条件下的食物浪费量

当 y 存在不确定性时，决策者对其真实的食物利用能力 y 并不具备完备信息。本文将这种不确定性进一步定义为决策者虽然不知道 y 的真实值，但是对于 y 在 $[a, b]$ 上的分布有一个主观信念 (subjective belief)。在这种情况下，决策者的决策问题 (1) 变为：

$$\max_{x \in [a, b]} \int_a^x u(y) f(y) dy + \int_x^b u(x) f(y) dy - c(x), \quad (5)$$

最优化的一阶条件为：

$$u'(x)(1 - F(x)) = c'(x). \quad (6)$$

由一阶条件 (6) 可得，决策问题 (5) 的唯一解 x^* 满足 $u'(x^*)(1 - F(x^*)) = c'(x^*)$ 。通过假设 1 可知， u' 和 $1 - F(x)$ 均在 $[a, b]$ 上递减，由此可以推出 $u'(x)(1 - F(x))$ 也是单调递减的。进一步，我们可以得到 $u'(x)(1 - F(x)) = 0 < c'(b)$ 。由此可得，函数 $c'(x)$ 与 $u'(x)(1 - F(x))$ 有且仅有一个交点 x^* 。

关于 x^* 与 x^0 之间关系，我们易知 $x^* < x^0$ 。这是因为 $u'(x)(1 - F(x))$ 在 $(a, b]$ 上严格小于于 $u'(x)$ ，而 $u'(x^0) = c'(x^0)$ ，所以可得 $x^* < x^0$ 。

在不确定约束的条件下，食物浪费量 $w = \max\{x^* - y, 0\}$ 的计算取决于 x^* 与 y 的相对大小关系。当决策者的真实食物利用能力 y 小于其最优食物保有量 x^* 时，食物浪费量 $w = x^* - y$ 是一个正值，如图 2 所示。

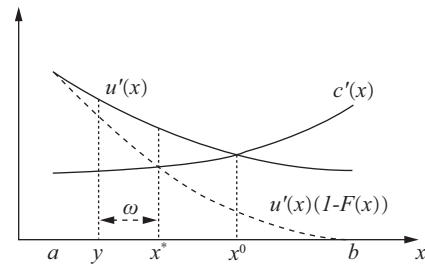


图 2 食物浪费量 $w = x^* - y$

由于决策者无法有效的利用其保有的全部食物，他/她需要承担由于浪费 $x^* - y$ 所带来的私人成本：

$$C^{priv} = \int_y^{x^*} c'(x) dx = c(x^*) - c(y) \quad (7)$$

式 (7) 中所计算的私人成本不包含食物浪费的社会成本。食物浪费的社会成本主要包括社会处理食物垃圾环境成本以及浪费的食物所造成的能源损耗等。这一部分成本将在下一节社会福利的分析

中加以讨论。

当决策者的真实食物利用能力 y 大于其最优食物保有量 x^* 时, 即 $y \geq x^*$, 虽然食物浪费量 w 为 0, 决策者依然会遭受一定的损失, 即决策者由于保有了过少的食物而遭受了福利损失。例如, 在家烹饪时或者餐厅点菜时准备了过少的食物, 导致个人或者群体没有吃饱; 或者超市错误地估计了预期需求的增长, 在进货之时准备了较少的食物, 导致供不应求且一时难以补货。

我们将不确定性导致的福利损失正式定义为: 不存在不确定性时消费者剩余减去存在不确定性时消费者剩余的差值。由此, 这一损失可以由下列等式给出:

$$\begin{aligned} \Delta S &= \int_{x^*}^y [u'(x) - c'(x)] dx \\ &= [u(y) - c(y)] - [u(x^*) - c(x^*)], \end{aligned} \quad (8)$$

如图 3 中阴影部分所示。

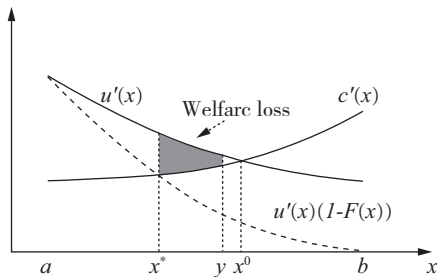


图 3 $y \geq x^*$ 时导致的福利损失

值得注意的是, 决策者的福利损失存在一个上限 $\int_{x^*}^{x^0} [u'(x) - c'(x)] dx$ 。这是因为, 当不存在确定性时, 决策者的最优食品保有量为 x^0 ; 当 $y > x^0$ 时, 决策者也不会超过 x^0 去选择 y 。

以上分析表明, 当食物利用能力 y 具有不确定性时, 决策者总会遭受损失。损失的来源可能是食物浪费 w 带来的私人成本 C^{priv} , 也可能是由于食物保有量小于食物利用能力而产生的福利损失 ΔS 。综上所述, 对于模型中的决策者来说, 不管其真实的食物利用能力是多少, 只要存在不确定性, 决策者便会遭受损失。

四、对社会福利的影响

我们在上一节中讨论了关于食物利用的不确定性如何引发食物浪费, 并分析了由此带来的单个决策者的福利损失。在本节中, 我们将讨论这种不确定性如何对整体社会福利产生影响。整体社会福利的损失由三部分组成: 一是食物浪费带来的私人成本; 二是食物浪费带来的社会成本; 三是由于食物保有量小于利用量而带来的福利损失。

设 i 代表决策者群体中的某个决策者。决策者拥有相同的 $v, c, X = [a, b]$ 、以及共同的先验信念 F , 但是不同的食物利用能力 $y_i \in [a, b]$ 。这一假设在经济学理论研究中经常提及, 不仅是为了简化模型的求解过程, 更重要的是为了将不同机制之间的差异来源限定在信息差异层面、而非决策者的先验信念层面。这一假设的正式表达形式为:

假设 3. 决策者群体总数为 $b-a$, 每个决策者的真实食物利用能力为 y_i , 且 y_i 在区间 $[a, b]$ 上均匀分布。同时设这些决策者都有相同的 v, c 和 F , 其性质符合全部前文提到的假设。

通过假设决策个体的真实食物利用能力在区间 $[a, b]$ 上为均匀分布 (同时与前述假设相同, 每个决策者并不知道其真实的食物利用能力的确切值), 我们可以较为直观的讨论区间 $[a, b]$ 中处于不同子集的决策者群体。根据假设 3 及 x^* 和 y 之间的关系, 我们将决策者群体细分为两个群体: 第一个群体如图 2 所示, 位于区间 $[a, x^*)$ 。这个群体由于 $x^* - y$ 大于 0, 即食物保有量大于利用量而产生了食物浪费, 由食物浪费产生了私人成本和社会成本; 第二个群体如图 3 所示, 位于区间 $[x^*, b]$ 内。由于食物利用能力大于食物保有量受到了食物利用不足的损失。

对于食物利用能力位于 $[a, x^*)$ 区间内的的个体决策者来说, 食物浪费量为 $w_i = x^* - y_i$ 。加总后的群体食物浪费总量 W 为:

$$W = \int_a^{x^*} (x^* - y) dy, \quad (9)$$

另设 $c^w \in \mathbb{R}_{++}$ 为一单位食物浪费所造成的的

固定的社会成本，分布在区间 $[a, x^*]$ 上的决策者造成的食物浪费带来的社会成本可以记为 $c^W W$ 。由浪费带来的群体私人成本为：

$$\begin{aligned} C^{Totalpriv} &= \int_a^{x^*} C^{priv}(y) dy \\ &= \int_a^{x^*} c(x^*) - c(y) dy \\ &= c(x^*)(x^* - a) - \int_a^{x^*} c(y) dy. \end{aligned} \quad (10)$$

对于食物利用能力位于 $[x^*, b]$ 区间内的个体决策者来说，个体决策者会承受 $\Delta S_i = u(y_i) - c(y_i) - u(x^*) + c(x^*)$ 的福利损失。这个决策群体的加总福利损失 ΔS^{Total} 为：

$$\begin{aligned} \Delta S^{Total} &= \int_{x^*}^{x^0} [u(y) - c(y) - u(x^*) + c(x^*)] dy + \int_{x^0}^b [u(x^0) - c(x^0) - u(x^*) + c(x^*)] dy \\ &= \int_{x^*}^{x^0} [u(y) - c(y)] dy - [u(x^*) - c(x^*)](x^0 - x^*) + \Delta S(x^*)(b - x^0), \end{aligned} \quad (11)$$

其中 $\Delta S(x^*) = u(x^0) - c(x^0) - u(x^*) + c(x^*)$ 。

综上，我们可以将由不确定性所造成的社会福利总损失 C^{WL} 写为：

$$C^{WL} = c^W W + C^{Totalpriv} + \Delta S^{Total}, \quad (12)$$

式 (12) 中所示的社会福利损失当且仅当存在不确定性时才会大于 0。若不存在不确定性，当每一个消费者都准确地知道其真实食物有效利用能力时，构成 C^{WL} 的三个部分都为 0，不存在任何的社会福利损失。

五、政策的机制设计

目前世界各国降低食物浪费的主要政策工具有两种。一是按照经济学上处理负外部性的方法，设置庇古税，将食物浪费的社会成本内化为私人成

本。二是使用信息干预的手段进行助推，改变决策者的食物浪费行为。我们在这部分详细分析两种政策工具对社会福利的影响。

(一) 食物浪费税

本节所探讨的食物浪费税是广义的税收概念，可以理解为任何提升食物浪费困难度的政策措施。例如，直接的金钱税收、强制性的垃圾分类、以及垃圾处理单位仅在规定时间内收取食物垃圾等。位于区间 $[a, b]$ 内的决策者，会对食物浪费税做出什么反应？食物浪费税如何影响决策者的社会总福利？食物浪费税可以在多大程度上降低食物浪费？

我们先讨论税收政策对个体决策者的影响。设对每单位的食物浪费 w 征收 tw 的食物浪费税，其中 $t \in \mathbb{R}_{++}$ 为食物浪费税的税率。决策者面临的决策问题变为：

$$\max_{x \in X} \mathbb{E}_{F(y)} \{u(\min\{x, y\}) - c(x) - t \max\{x - y, 0\}\}, \quad (13)$$

在式 (13) 中，当且仅当位于区间 $[a, x^*)$ 上的决策者的最优食物保有量大于其食物利用能力时，才有可能产生食物浪费并支付浪费税；位于区间 $[x^*, b)$ 的决策者由于最优食物保有量小于食物利用能力，并不会产生食物浪费，也不需要缴纳浪费税。由此，决策问题 (13) 可以改写为：

$$\max_{x \in [a, b]} \int_a^x u(y) f(y) dy + \int_x^b u(x) f(y) dy - c(x) - \int_a^x t(x - y) f(y) dy, \quad (14)$$

其一阶条件为：

$$u'(x)(1 - F(x)) = c'(x) + tF(x) \quad (15)$$

将一阶条件 (14) 与不存在不确定性时的一阶条件 (6) 相比，式 (14) 的右边增加了 $tF(x)$ 。该项的增加表明了食物浪费税提高了决策者对每一单位食物保有量的边际支付 (marginal payment)。由于 $F(x)$ 是 x 上的增函数，决策者在最优状态下的食物保有量越大，其边际支付额外增加的就越多。也就是说，最优食物保有量较多的决策者较之于保有量低的决策者会承担更高的税负。

我们将食物浪费税对最优食物保有量的影响总结为命题 3:

命题 3. 式 (14) 表明, 在给定税率 $t > 0$ 时, 决策者最优食物保有量 \tilde{x} 严格小于没有食物浪费税时的最优食物选择 x^* 。

命题 3 的证明过程如下。由于 c' 和 $tF(x)$ ($t > 0$) 都是关于 x 的增函数, 可得 $c'(x) + tF(x)$ 也是关于 x 的增函数。同时, $u'(x)(1-F(x))$ 也是一个增函数, 根据假设 2, 有 $u'(a)(1-F(a)) > c'(a) + tF(a)$ 以及 $u'(b)(1-F(b)) < c'(b) + tF(b)$, 我们可以推知式 (14) 存在一个唯一解。对于任意的 $x \in [a, b]$, $c'(x) + tF(x) > c'(x)$ 成立, 所以可以推出 $\tilde{x} < x^*$ 。如图 4 所示, 最优食物保有量 \tilde{x} 由区间 $x \in [a, b]$ 上 $u'(x)(1-F(x))$ 和 $c'(x) + tF(x)$ 的单一交点决定。

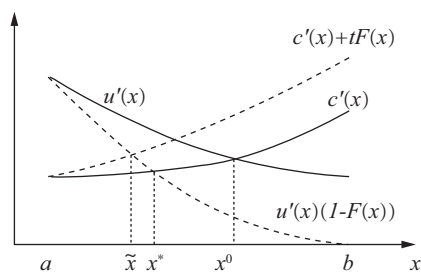


图 4 食物浪费税对最优食物保有量的影响

命题 3 表明, 无论决策者的食物利用能力是多少, 税收都降低了最优食物保有量。也就是说, 当决策者不确定自身的食物利用能力、也不知道自己会浪费多少食物时, 便通过减少其食物保有量的方法来避免可能产生的额外税收成本。命题 3 可以得到推论 1:

推论 1: 对于任意的两个税率 t' 以及 t , 当 t' 大于 t 时, 其对应的最优食物选择是 t 的函数 $\tilde{x}(t')$ 和 $\tilde{x}(t)$, 有 $\tilde{x}(t') < \tilde{x}(t)$ 。

该推论的含义是, 食物浪费税率的增减将会减少决策者的食物最优保有量, 即在最优时, 食物选择 $\tilde{x}(t)$ 是关于 t 的严格减函数。

那么, 食物浪费税在减少食物浪费的同时, 可以保证社会整体的福利水平保持不变或者增加吗? 我们通过对社会福利进行分析来探讨这个问题。如

果决策者的食物利用能力较低, 例如 $y < \tilde{x}(t) < x^*$, 他们选择更少的食物确实会减少食物浪费。然而, 一旦决策者有一个相对较大的食物利用能力 $y > x^* > \tilde{x}(t)$, 那么, 通过税收使其最优食物选择从 x^* 到 $\tilde{x}(t)$ 会让食物不足的情况变得更严重, 从而降低该决策者的福利水平。

我们通过比较静态分析详细解释社会福利随着税率下面将详细解释社会福利如何随着税率 t 的变化而变化。根据推论 1 可知, 最优食物选择 \tilde{x} 是关于 t 的单调函数。当式 (12) 中的 x 取值为 \tilde{x} 时, 对 C^{WL} 求 \tilde{x} 的导数可得:

$$\begin{aligned} \frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}} &= C^W \frac{dW}{d\tilde{x}} + \frac{dC^{Total\ price}}{d\tilde{x}} + \frac{d\Delta S^{Total}}{d\tilde{x}} \\ &= C^W(\tilde{x}-a) + c'(\tilde{x})(\tilde{x}-a) + (c'(\tilde{x})-u'(\tilde{x}))(b-\tilde{x}) \\ &= C^W(\tilde{x}-a) + c'(\tilde{x})(b-a) - u'(\tilde{x})(b-\tilde{x}), \end{aligned} \quad (15)$$

其中 u' 和 c' 分别表示 u 和 c 的一阶导数。通过式 (13) 我们可得定理 1:

定理 1. 社会福利损失 $C^{WL}(\tilde{x})$ 是区间 $[a, x^*]$ 上的凹函数 (convex function), 且 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(a) < 0$ 。

证明如下。由式 (15) 可得, C^{WL} 的二阶导为 $C^W + (b-a)c''(\tilde{x}) - u''(\tilde{x})(b-\tilde{x}) + u'(\tilde{x})$ 。同时, 假设 1 有 $c'' > 0$, $u'' < 0$, 且 $u' > 0$, 二阶导在区间 $[a, x^*]$ 上恒大于 0。将 $\tilde{x} = a$ 带入式 (14) 可得 $(c'(a) - u'(a))(b-a)$, 由假设 2 有 $c'(a) < u'(a)$ 所以 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(a) < 0$ 。

定理 1 表明, 食物浪费税对社会福利的影响依据于 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}$ 在区间右端 $[a, x^*]$ 点 x^* 处的符号。如果 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) \leq 0$, 食物浪费税会使 x^* 递减到 $\tilde{x}(t)$, 增加社会福利损失 C^{WL} 。如果 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}$

$(x^*) > 0$ ，食物浪费税则会降低社会福利损失。我们将其总结为命题 4：

命题 4. 如果 $F(x^*) < 1 - \frac{b-x^*}{b-a} + \frac{C^W(x^*-a)}{u'(x^*)(b-a)}$ ，则有 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) > 0$ ，征收食物浪费税可以增加社会福利。如果 $F(x^*) \geq 1 - \frac{b-x^*}{b-a} + \frac{C^W(x^*-a)}{u'(x^*)(b-a)}$ ，则有 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) \leq 0$ ，征收食物浪费税可以降低社会福利。

命题 4 证明过程如下。将 $\tilde{x} = x^*$ 带入式 (15) 的右边得到 $C^W(x^*-a) + c'(x^*)(b-a) - u'(x^*)(b-x^*)$ ，已知 $c'(x^*) = u'(x^*)(1 - F(x^*))$ ，如果有

$$C^W(x^*-a) + u'(x^*)(1 - F(x^*)) (b-a) - u'(x^*)(b-x^*) > 0,$$

即

$$F(x^*) < 1 - \frac{b-x^*}{b-a} + \frac{C^W(x^*-a)}{u'(x^*)(b-a)}.$$

$$\text{则有 } \frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) > 0.$$

同样地，如果 $F(x^*) \geq 1 - \frac{b-x^*}{b-a} +$

$$\frac{C^W(x^*-a)}{u'(x^*)(b-a)}$$
，有 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) \leq 0$ 。

由此，我们可以求出社会福利最大化时候的最优税率 t^* ，由命题 5 给出：

命题 5. 当 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*) > 0$ 时，征收食物浪费税可以增加社会福利。我们可以据此计算最优税率 t^* 使得社会福利损失 C^{WL} 最小： $t^* = \frac{u'(\tilde{x})(1 - F(\tilde{x})) - c'(\tilde{x})}{F(\tilde{x})}$ 。其中， \tilde{x} 是式

$$C^W(\tilde{x}-a) + c'(\tilde{x})(b-a) - u'(\tilde{x})(b-\tilde{x}) = 0$$
 的解。

(二) 私人信息干预

根据上文的分析，因为食物浪费税对社会福利的影响依赖于 $\frac{dC^{WL}}{d\tilde{x}}(x^*)$ 的符号，而该式的符

号存在不确定性，所以食物浪费税对社会福利的影响是不确定的。那么，是否有政策可以确定的减少食物浪费，并产生合意的社会结果？本节我们将讨论私人信息干预是如何减少食物浪费并增加社会福利的。比如，在餐馆的就餐环境中，可以通过使用摄像头拍摄的餐桌浪费的食物图片，识别食物浪费的重量，通过餐厅的微信公众号，定期将决策者的餐桌浪费水平进行微信推送。我们的这一侧重点不同于以往关于减少浪费或节约资源/能源的信息干预的研究。此类研究一直关注社会信息 (social information) 和社会规范 (social norms) 在减少浪费中的作用，因为身处社会的决策者会通过主观地比较自己和他人的浪费水平，出于对自身道德和名誉的考虑而减少浪费。由于本文重点论述了由不确定性约束条件引发的食物浪费，即决策者在不确定自身对食物的利用能力的情况下，选择保有了大于其食物利用能力的食物数量。那么，从这个角度出发，任何帮助决策者降低不确定性的私人信息干预都可以有效的降低食物浪费。与基于社会信息或社会规范的干预相比，基于私人信息的信息干预不需要在不同的个体之间以任何形式分享和比较个人信息，因此在隐私保护和伦理正当性方面都具有较大的优势。

令 $(s, G(s|y))$ 表示政策制定者发送的一个私人信号。其中， S 是信号实现集； s 是信号实现集中的一个典型的信号实现 (signal realization)； $G(s|y)$ 是在给定决策者真实的食物利用能力下观察到该信号实现的条件概率。设 $G(s|y)$ 是政策制定者和决策者之间的共同知识 (common knowledge)。在观察到信号实现 $s \in S$ 后，决策者这会将先验分布 $F(y)$ 更新到后验分布 $F_s(y)$ 。设 $F(y)$ 和 $G(s|y)$ 的概率密度函数分别为 $f(y)$ 和 $g(s|y)$ ，那么 $F_s(y)$ 可以被表示为：

$$F_s(y) = \frac{\int_a^y g(s|y') f(y') dy'}{\int_a^b g(s|y') f(y') dy'}$$

若 $F_s(y)$ 对于 $F(y)$ 一阶随机占优，即 $F_s(y) > F(y)$ ，我们可以推知，对于任意区间 $[a, a']$ 且 $a' \in [a, b]$ 上，决策者在收到信号

后，将会认识到 y_i 更有可能落在该区间。如图 5 所示。当决策者将 $F(y)$ 更新到 $F_s(y)$ 时，根据式 (6)，新函数 $u'(1-F_s)$ 在区间 $[a, b]$ 的任意处都低于 $u'(1-F)$ 。与 $c'(x)$ 相交后所得最优食物保有量 $\hat{x}(s) < x^*$ ，由此减少了食物浪费。对应的食物浪费减少量为 $x^* - \hat{x}(s)$ 。

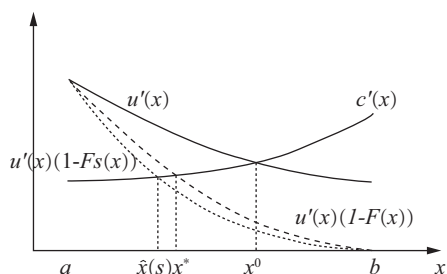


图 5 私人信息干预对食物浪费的影响

因此，当政策制定者释放信号 $(s, G(s|y))$ ，决策者的最优食物保有量可以构成集合 $\{\hat{x}(s)\}_{s \in S}$ ，减少的食物浪费落在集合 $\{x^* - \hat{x}(s)\}_{s \in S}$ 之内，上限为 $\sup_{s \in S} \{x^* - \hat{x}(s)\}$ ，下限为 $\inf_{s \in S} \{x^* - \hat{x}(s)\}$ 。政策制定者对食物浪费减少量的事先预期可以写为：

$$\mathbb{E}[x^* - \hat{x}(s)] = x^* - \mathbb{E}\hat{x}(s)$$

其中， $\mathbb{E}\hat{x}(s)$ 是在 s 的分布下对 $\hat{x}(s)$ 的预期值。如果信号实现集 S 是有限的，那么

$$\mathbb{E}[x^* - \hat{x}(s)] = x^* - \sum_{s \in S} \hat{x}(s) \int_{[a,b]} G(s|y) dF(y) \quad (16)$$

$\int_{[a,b]} G(s|y) dF(y)$ 于 s 被观察到的概率。

由于私人信息干预具有良好的靶向性，政策制定者可以仅针对浪费量较大的决策者进行信息干预。这一政策工具既可以减少食物浪费，又不会对其他决策者的福利产生影响。通过向食物浪费较多的决策者发送私人信号的方式，促使他们更新后验概率。如果信号在设计上是适度的，信息干预措施并不会矫枉过正，使决策者做出食物保有量小于利

用量的决策，那么私人信息干预可以实现整个消费者群体的帕累斯改进。

六、实证研究和政策效果模拟

本文的实证研究主要是使用校准的方法，根据式 (6) 模拟出不同边际成本下的食物购买量，并模拟税收政策和私人信号干预政策的强度对社会福利的影响。具体步骤如下。首先，我们假定式 (6) 中的 $F(x)$ 服从均值为 μ 、方差为 σ^2 的正态分布。设消费者的效用函数为指数型：

$$u(x) = \frac{[1 - \exp(-ax)]b}{a}$$

成本函数 $c(x) = px$ ，其中 p 为食物的购买价格。式 (6) 可以写为：

$$b \exp(-ax) \left(1 - \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \right) - p = 0 \quad (17)$$

其中， a 和 b 为消费者实际消费食物的上下限。 μ 为食物购买量分布的均值， σ^2 为食物购买量分布的方差， p 为食物购买价格。根据式 (17)，我们可计算出消费者的最优购买量 x^* 。并计算出 x^* 进行政策效果模拟。

设社会上存在两类代表性消费者，他们得实际食物消费能力为 y_1 和 y_2 ，且有 $y_1 < x^* < y_2$ 。虽然两类消费者的食物消费能力不同，当不确定性存在时，二人的最优食物选择 x^* 相同。设消费能力为 y_1 的消费者占全社会人群的比例为 α ，消费能力为 y_2 的消费者占社会人群的比例为 $1-\alpha$ 。再没有任何政策干预下，根据理论模型，由浪费导致的福利总损失 ΔS 为：

$$C^{WL} = \alpha C^W + \alpha C^{priv} + (1-\alpha)\Delta S = \alpha C^W (y_2 - x^*) + \alpha p(x^* - y_1) + (1-\alpha) \left(\frac{b[\exp(-ax^*) - \exp(-ay_2)]}{a} + p(x^* - y_2) \right)$$

当实行食物浪费税收政策时，用于求解 x^* 的一阶条件变为

连大祥等：基于不确定性约束条件的食物浪费行为研究

$$u'(x) - (u'(x) + t)F(x) = p.$$

即式 (17) 变为

$$bexp(-ax) - (bexp(-ax) + t) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt = p$$

当实行信号干预政策时， μ 的取值发生了变化。即信号越强，食物购买量分布的均值越接近于食物的实际消费量。

根据《2020 年中国统计年鉴》，中国 2019 年分地区居民家庭人均主要食品消费包含的大类有粮食（原粮）、食用油、蔬菜及食用菌、肉类（猪肉、牛肉和羊肉）、禽类、水产品、蛋类、奶类、干鲜瓜果类以及食糖，加总后可得全国 2019 年居民家庭人均主要食品消费总量为 370kg，计算可得平均

居民每日食物消费量为 1.01kg。因此，我们将 a 的可能取值区间设定为 $[0\text{kg}, 1\text{kg}]$ ， b 的可能区间设定为 $[1\text{kg}, 2.5\text{kg}]$ ，将参数 μ 的取值范围设定为 $[0\text{kg}, 2.5\text{kg}]$ ， σ^2 的取值范围设定为 $[1\text{kg}, 5\text{kg}]$ 。

为了构造食物平均购买价格 p ，我们使用了 9 种食物大类的月度价格，并进行了加权平均。权重使用了各种食物大类消费量占食物消费总量的比重。如表 1 所示。食物价格的主要来源于两个渠道：第一是商务部 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日的农产品零售价格。由于原始数据为周度价格，我们将其作了月度平滑处理；第二是发改委 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日 36 个主要城市的农产品零售价格。原始数据为日度价格，我们同样做了月度平滑处理。

表 1 食物平均价格的计算及数据来源

大类	细分食品类	权重	数据来源
粮食	小包装大米和小包装面粉	0.351	商务部
食用油	豆油、花生油、菜籽油、调和油	0.026	商务部
食糖	白砂糖	0.004	商务部
奶类	牛奶和酸奶	0.034	商务部
肉类	猪肉（精瘦肉）、羊肉和牛肉	0.070	发改委
禽类	鸡肉	0.029	发改委
蛋类	鸡蛋	0.029	发改委
水产品	草鱼、鲢鱼、带鱼	0.009	发改委
蔬菜	大白菜、萝卜、土豆、胡萝卜、尖椒、圆白菜、豆角、蒜台、韭菜、青椒、黄瓜、西红柿、油菜、茄子	0.270	发改委

图 6 所示为 2017 年 1 月至 2019 年 12 月的食物平均价格。如果所示，食物价格在三年中虽然随着季度波动，但仍然呈现稳步上升趋势。2019 年 12 月达到最高点，约为 11.955 元/kg。最低点位于 2017 年 6 月，约为 9.316 元/kg。

根据价格数据及上述参数取值，我们进行校准后可获得一系列可能的参数取值，使得 $x^* > 0$ 。我们取其中一组参数 $a = 0.1\text{kg}$ ， $b = 2.5\text{kg}$ ， $C^W = 2\text{元/kg}$ ， $\alpha = 0.2$ ， $\mu = 1.01\text{kg}$ ， $\sigma = 2$ ， $y_1 = 0.2\text{kg}$ ， $y_2 = 2\text{kg}$ 汇报政策模拟的结果。图 7 为税收政策效果模拟图。从上至下依次为 2017—2019

年每 6 个月在相应月份平均价格下，税率不同导致的福利损失的变化。横轴代表税率从每浪费 1kg 食物征收 0 元浪费税变化至最高征收 5 元浪费税。纵轴是福利损失的度，单位为元/kg。不同颜色的线代表不同月份的价格水平。由图 7 可知，随着税率上升，由食物浪费导致的社会福利总损失增加的较快。且这一结果在不同的食物价格下较为稳健。符合第五部分关于税收政策的理论预期。

图 8 为信号干预政策效果模拟图。从上至下依次为 2017—2019 年每 6 个月在相应月份平均价格下，信号干预强度不同导致的福利损失的变化。横

轴代表信号干预强度导致 μ 从 0kg 变化至 1kg，纵轴衡量福利损失的程度，单位为元/kg。不同颜色的线代表不同月份的价格水平。由图 8 可知，随着信号干预强度的上升，由食物浪费导致的社会福利

总损失降低的较快。且这一结果在不同的食物价格下较为稳健，符合第五部分关于信号干预政策的理论预期。

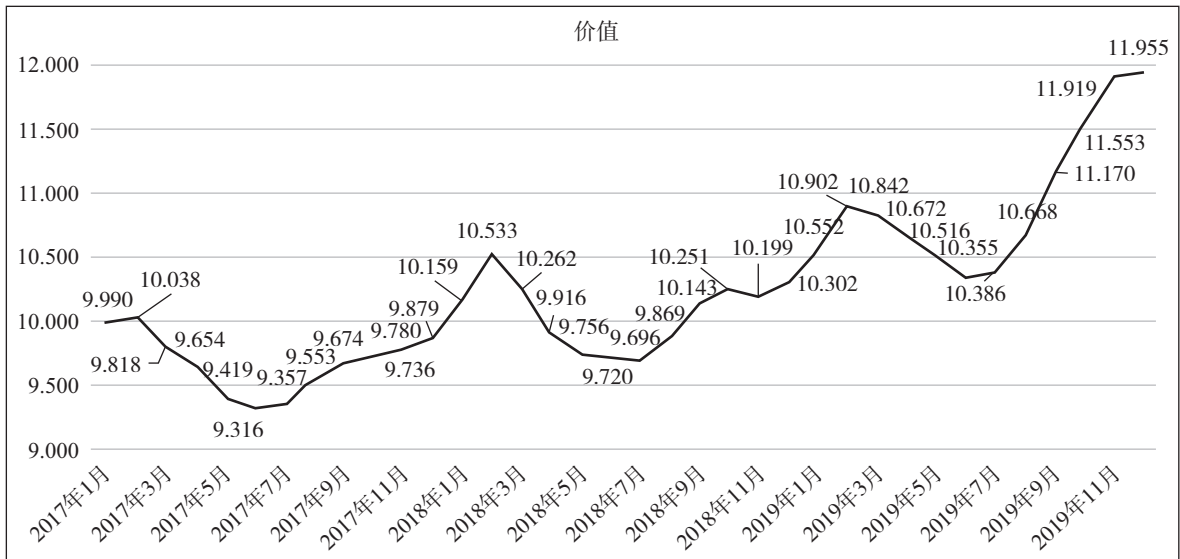


图 6 2017 年 1 月至 2019 年 12 月食物平均零售价格波动

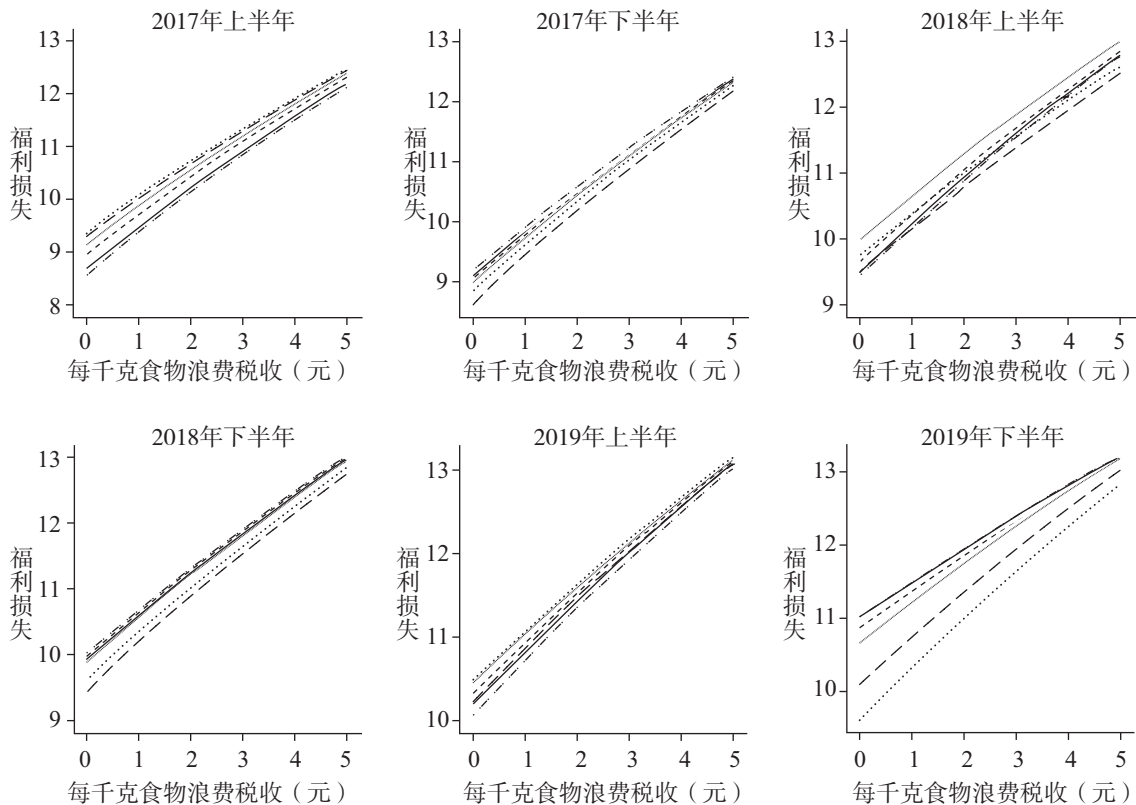


图 7 税收政策效果模拟

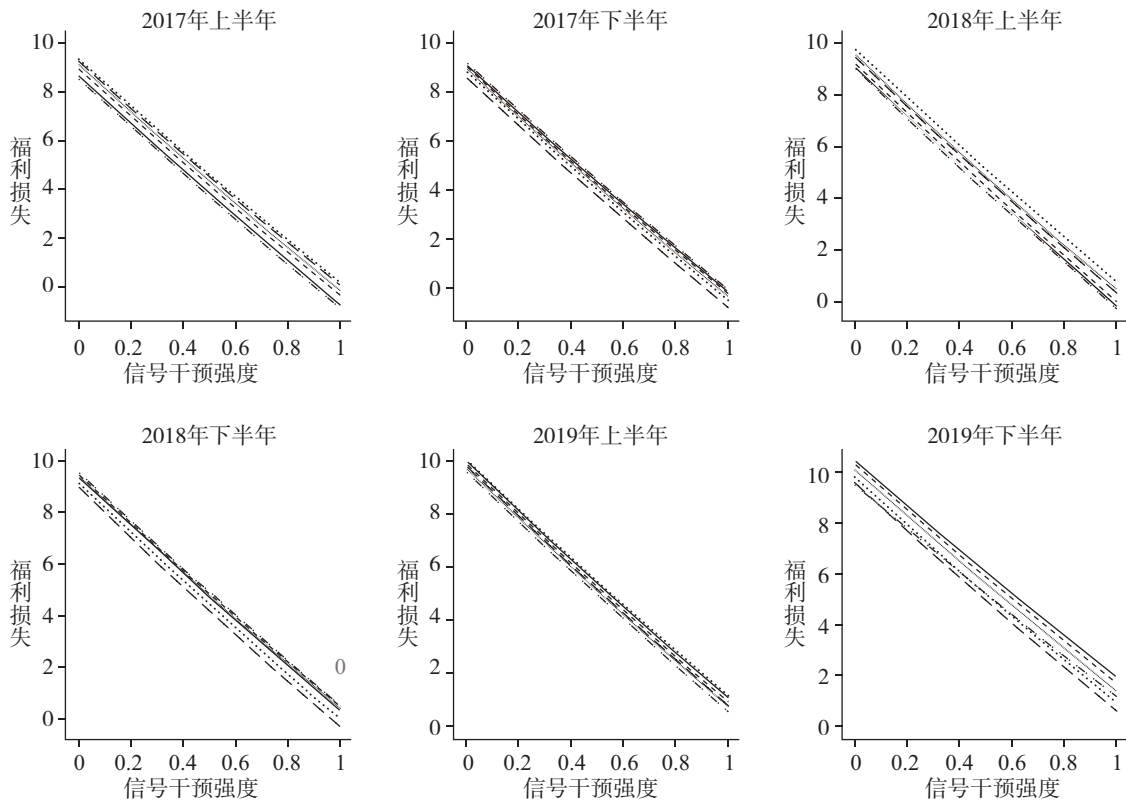


图8 信号干预政策模拟

七、结论

分析和解决我国的食物浪费问题，不仅可以降低近年来由于世界格局剧烈变动所带来的食物安全不确定性风险，还有助于实现习近平总书记在第75届联合国大会提出的2060年碳中和目标。食物浪费产生的原因众多，既可能是决策者有目的的考虑浪费本身的成本收益的结果，也可能是食物生产过程中的低效生产率决定的。本文则探讨了造成食物浪费的另一个可能原因：由于决策者对其食物利用能力具有不确定性，从而做出了偏离其真实食物利用能力的决策。在这里，决策者的真实食物利用能力是这个决策问题中的约束条件。决策者通过其对食品决策能力的先验概率分布，对预期效用进行最大化后做出的最优食物保有量选择，可能会偏离其真实的食物利用能力，从而带来食物浪费和社会福利损失。在此基础上，我们进行了食物浪费税收政策设计和信号干预政策设计，并从理论上比较了

两种不同政策的政策效果，并使用校准的方法进行了实证研究，政策模拟的结果符合理论模型对不同政策的效果预期。

本文是对粮食浪费相关研究的有效补充。首先，目前关于食物浪费的文献均没有将食物利用能力的不确定性纳入到分析框架。在本文看来，这种不确定性恰恰可能是导致食物浪费产生的关键因素。第二，我们发现，食物浪费税对社会福利的影响是不确定的。这是因为，当决策者的食物利用能力存在不确定性时，食物浪费税将可能会导致所有决策者做出减少食物保有量的决定。这一决定，对于那些食物浪费量较大的决策者来说，会减少他们的食物浪费量、增加整体社会福利；但对于那些已经处于食物利用不足的人来说，征税会使他们的福利损失更加严重。第三，我们在同一理论框架下，将私人信息干预这一政策工具也设计在内，并将其对食物浪费的影响与税收政策进行比较。我们发现，私人信息干预通过智能手机和个性化的提醒服务，提高了施政对象的靶向性和精准度，在减少食物浪

费和提升社会福利方面更为有效。与此同时，政策制定者还可以赋予信号 s 更多丰富的特性。比如，可以通过选择特定的分布 $\{G(s|y)\}_{s \in S}$ ，使对于任意的 $s' < s$ 而言都有 $\hat{x}(s') < \hat{x}(s)$ ，从而为

决策者设计一个单调 (monotone) 的决策问题，进而探究最优的信号特征也是值得研究者探索的重要议题，对于降低食物浪费都有更为深远的影响。

参考文献

- Bellemare, M. F., M. Çakir, H. H. Peterson, L. Novak, and J. Rudi., 2017, "On the measurement of food waste", *American Journal of Agricultural Economics*, 99 (5): 1148 - 1158.
- Bovay, J., and W. Zhang., 2019, "A Century of Profligacy? The Measurement and Evolution of Food Waste", *Agricultural and Resource Economics Review*, 49 (3): 375 - 409.
- Buzby, J. C., H. Farah-Wells, and J. Hyman., 2014, "The estimated amount, value, and calories of postharvest food losses at the retail and consumer levels in the United States", *USDA-ERS Economic Information Bulletin*, 121.
- Buzby, J. C., and J. Hyman., 2012, "Total and per capita value of food loss in the United States", *Food policy*, 37 (5): 561 - 570.
- Carlsson, F., M. Jaime, and C. Villegas., 2020, "Behavioral spillover effects from a social information campaign", *Journal of Environmental Economics and Management*, 102325.
- Ellison, B., M. K. Muth, and E. Golan., 2019, "Opportunities and challenges in conducting economic research on food loss and waste", *Applied Economic Perspectives and Policy*, 41 (1): 1 - 19.
- Hamilton, S. F., and T. J. Richards., 2019, "Food Policy and Household Food Waste", *American Journal of Agricultural Economics*, 101 (2): 600 - 614.
- Katare, B., D. Serebrennikov, H. H. Wang, and M. Wetzstein., 2017, "Social-optimal household food waste: Taxes and government incentives", *American Journal of Agricultural Economics*, 99 (2): 499 - 509.
- Landry, C. E., and T. Smith., 2018, "Household food waste: Theory and empirics", Available at SSRN 3060838.
- Landry, C. E., and T. A. Smith., 2019, "Demand for household food waste", *Applied Economic Perspectives and Policy*, 41 (1): 20 - 36.
- Lusk, J. L., and B. Ellison., 2017, "A note on modelling household food waste behaviour", *Applied Economics Letters*, 24 (16): 1199 - 1202.
- Morris, G. E., and D. M. Holthausen Jr., 1994, "The economics of household solid waste generation and disposal", *Journal of environmental economics and management*, 26 (3): 215 - 234.
- Muth, M. K., S. A. Karns, S. J. Nielsen, J. C. Buzby, and H. F. Wells., 2011, "Consumer-Level Food Loss Estimates and Their Use in the ERS Loss-Adjusted Food Availability Data", *Technical Bulletin*, No. (TB-1927) : 123.
- Qi, D., J. W. Apolzan, R. Li, and B. E. Roe., 2020, "Unpacking the decline in food waste measured in Chinese households from 1991 to 2009", *Resources, Conservation and Recycling*, 160: 104893.
- Qi, D., W. Lai, and B. E. Roe., 2020, "Food waste declined more in rural Chinese households with livestock", *Food Policy*, 101893.
- Qi, D., and B. E. Roe., 2017, "Foodservice composting crowds out consumer food waste reduction behavior in a dining experiment", *American journal of agricultural economics*, 99 (5): 1159 - 1171.
- Roe, B. E., K. Bender, and D. Qi., 2021, "The Impact of COVID-19 on Consumer Food Waste", *Applied Economic Perspectives and Policy*, 43: 401 - 411.
- Sanders, R. E., 2020, "Dynamic Pricing and Organic Waste Bans: A Study of Grocery Retailers' Incentives to Reduce Food Waste", Available at SSRN 2994426.
- Torres, M. M. J., and F. Carlsson., 2018, "Direct and spillover effects of a social information campaign on residential water-savings", *Journal of Environmental Economics and Management*, 92: 222 - 243.

连大祥等：基于不确定性约束条件的食物浪费行为研究

Yu, Y., and E. C. Jaenicke., 2020a, “Estimating food waste as household production inefficiency”, *American Journal of Agricultural Economics*, 102 (2): 525 – 547.

Yu, Y., and E. C. Jaenicke., 2020b, “The effect of sell-by dates on purchase volume and food waste”, *Food Policy*, 101879.

(责任编辑：刘舫舸)

A STUDY OF FOOD WASTE BEHAVIOR BASED ON UNCERTAINTY CONSTRAINTS

LIAN Daxiang¹ GAO Yuan LIU Xiaoou²

(1. University of Texas San Antonio;

2. School of Agriculture and rural development, Renmin University of China)

Abstract: This paper explores how uncertainty about the food utilization capacity of decision-makers can cause food waste. We further compare the effects of two policy designs, disposal tax and private information intervention, on the amount of food waste and social welfare. The results show that the effects of disposal tax on social welfare is uncertain but private information intervention improves social welfare. The policy makers can apply private information intervention to nudge a learning mechanism among decision-makers to mitigate uncertainties and learn their food utilization and thus increase social welfare.

Keywords: Food waste; Uncertainty; Food utilization; Information Intervention