

食物转化视角下我国家庭食物浪费程度与影响因素 ——基于CHNS数据的实证分析

李 丰¹, 丁圆元², 蔡 荣²

(1. 南京财经大学经济学院, 南京 210023; 2. 南京财经大学粮食和物资学院, 南京 210003)

摘要: 长期以来, 我国食物供应充足稳定, 但是人口、环境等因素不断对此提出挑战, 并且我国每年的食物损失和浪费数量十分惊人。从食物转化视角将食物浪费率定义为家庭食物消费中未能正常转化为家庭成员身体质量指数的比例, 采用随机前沿模型并基于CHNS数据估算我国家庭食物浪费率, 并探讨家庭异质性特征的影响。结果显示: 家庭平均浪费率为11.28%; 家庭规模越小、孩子或老年人的数量越多、收入水平越高、南方地区、户主的受教育程度越低、主要女性成员的受教育程度越高或者有工作、对膳食知识掌握程度越低的家庭浪费率越高。因此, 要鼓励生产小包装食物和小型厨具, 指导家庭根据实际需求购买食物, 加强推广食育运动, 开展节粮活动并教授减损措施。

关键词: 食物浪费; 随机前沿分析; CHNS

近年来, 全球人口增长, 对粮食的需求增加, 同时, 水土资源约束凸显、极端天气和自然灾害频发, 对粮食生产能力造成影响^[1], 世界粮食系统面临严峻挑战。然而, 在食物供应形势日趋严峻的同时, 全球每年的食物损失和浪费数量却十分惊人。据联合国粮农组织 (FAO) 估计, 全球每年大约有三分之一 (约13亿t) 的粮食被损失或浪费, 相当于投入到农业生产中的14亿hm²耕地和2500亿m³地表水、地下水被白白浪费^[2]。中国以全世界7%的耕地面积供养着20%的人口, 粮食安全问题备受关注。在农业技术进步、要素投入优化的作用下^[3], 自2004年以来, 我国粮食产量连年增长, 然而, OECD和FAO的预测显示, 2013—2022年, 中国的农业增长速度预计将会放缓。与此同时, 我国的食物损失和浪费形势却十分严峻, 其中, 消费端的浪费情况最为严重^[4]。消费领域的食物浪费一般包括家庭、餐馆和食堂三个组成部分, 家庭消费由于活动频率高、参与人数多等特点, 是产生食物浪费的关键环节^[5], 中国家庭的平均食物浪费数量虽在逐年下降, 但是有浪费行为的家庭占比却在不断提高, 2016年中国家庭人均食物浪费量为7.63~10.86 kg, 家庭全年食物浪费总量达到1055.60万~1501.55万t^[3]。

随着居民生活水平的不断提高和城市化进程的加速推进, 人们对土地、资源和温室气体密集型食物 (如肉类和奶制品) 的需求不断增加^[6]。考虑到粮食转化比, 食用这类食物会消耗更多粮食, 提高产量和扩大进口以及减少产后损失和浪费可以从“开源”“节流”两方面来保障粮食安全^[7]。然而, 近年来出现了资源短缺、农业污染等问题, 粮食产

收稿日期: 2019-12-06; 修订日期: 2020-03-02

基金项目: 2015粮食公益性行业科研专项 (201513004-7); 国家自然科学基金项目 (71773044); 2018年江苏省研究生科研创新计划项目 (KYCX18_1284)

作者简介: 李丰 (1974-), 男, 河北邯郸, 博士, 教授, 研究方向为农业经济、粮食经济、粮食安全。

E-mail: leefeng_gifu@163.com

通讯作者: 蔡荣 (1981-), 男, 江苏盐城人, 博士, 副教授, 研究方向为农业资源管理、农村经济。

E-mail: xiaopg918@126.com

量难以在短时间内实现较大突破,而过度进口外国粮食会挤压本国的农业生产^[8],这就使得节粮减损显得尤为重要。粮食供应系统需要大量的资源投入,食物浪费意味着种植、加工和运输这些食物所投入的各种资源(水、土地、能源等)都被浪费掉了,垃圾处理还会给水、土壤和空气带来环境危害^[6]。此外,食物浪费还降低了食物的可获得性,导致可供食用的食物减少,食品价格不断提高,影响到整个食物供应链中的组织和个人,加重了消费者的经济负担。消费阶段的食物浪费对粮食安全、生态环境和经济发展产生了巨大的负面影响。整个食物供应链中,家庭是产生食物浪费的最大来源^[9],因此,家庭层面的食物浪费需要引起人们的足够重视。

国外在家庭食物浪费方面的研究取得了丰硕的成果,在衡量浪费水平^[9-12]、确定浪费原因^[13-15]以及分析浪费的经济、环境影响^[9,10,16]等方面都进行了深入细致的研究。而国内使用调查数据对家庭食物浪费进行实证分析的文献仅有4篇(2篇硕士论文^[17,18]以及2篇期刊论文^[3,19]),究其原因,很大程度上是因为获取家庭浪费数据相当困难。CHNS数据库通过专业可靠的调查获取了家庭膳食数据,研究所需的其他家庭及个人特征信息也可以从中获取,因此,本文使用CHNS数据为研究提供数据支持。此外,国内外学者大多关注食物废弃量过多问题,而忽视了过量购买也会导致浪费,随着人们生活水平的提高,这种行为对浪费的影响会越来越大。因此,本文从消费的食物超出正常需求的角度重新定义食物浪费来展开研究。

首先,本文通过建立随机前沿生产函数,将家庭消费^①的食物中没有转化为体重的部分视为浪费,并且控制了体力活动对体重的影响,从食物转化角度估算出家庭^②食物浪费率;然后,研究家庭异质性因素对家庭食物浪费的影响;最后,提出相关政策建议。本文将对食物浪费的研究从一般的废弃过多问题拓展到包括购买和丢弃过多在内的更加全面的浪费问题,并且使用了国内研究未曾用来研究食物浪费的随机前沿生产函数,借由无效率项来估计食物浪费,从研究角度和研究方法上丰富了我国在家庭食物浪费方面的研究。一方面有助于管理部门制定科学有效、规划良好的食物浪费管理政策和消费者教育引导政策;另一方面通过让消费者了解食物浪费的现状,可以促使他们重新认识浪费问题,有可能改变与浪费有关的态度和行为。

1 研究方法与数据来源

1.1 理论分析

1.1.1 食物浪费的定义

关于食物浪费的定义,尚没有形成一致的定论。目前普遍认同的观点是,食物损失指的是整个供应链中可食用食物数量的减少,分为食物损耗和食物浪费。其中,食物损耗发生在食物供应链的生产、加工、运输和仓储环节,主要是由于技术、设施等非主观的外在因素,造成食物在数量上的减少和质量上的下降;食物浪费发生在食物价值链的零售和消费阶段,由于人们不合理的消费目的和行为,以及缺乏节约精神等主观意识或储存烹饪等客观技能,在现有条件下本可以避免的一种食物损失。前者受限于技术水平、自然灾害、经济水平等客观条件,后者受到消费、烹制、储藏手段,以及人的习惯、偏好、态度、认知等的影响^[2,3]。

① 本文所使用的食物消费量指的是食物购进量中加上食物结存量并扣除食物废弃量之后消费的食物部分。

② 本文研究的家庭单位是生活在一起的具有社会意义的家庭。

此外,有学者从自己的研究角度和研究内容出发,重新定义了食物浪费。Blair等^[11]和Buchner等^[16]从过量饮食的角度,将超出身体正常能量所需,会导致过度营养并产生肥胖等健康问题以及资源消耗、垃圾填埋等环境问题的消费视为食物浪费。Yu等^[20]从摄入食物与身体质量指数(BMI)的关系出发,认为消费的食物没有全部被摄入会导致人体没有达到预期的BMI,该过程会产生食物浪费。前者关注的是一定热量需求下的过量食物摄取问题,后者研究的是应达体重下的摄入量和消费量之间的差距问题。

在我国,由于经济形势良好和生活水平提高,过度消费问题日益严重。这些超过人体机能所需的购买会带来食物数量和热量上的浪费,影响绿色可持续和谐社会的建设。因此,不同于以往通过食物丢弃量和食物消费量之间的比例来直接计算浪费率,本文借鉴Yu等^[20]的研究方法,从食物转化视角结合摄入的食物和增加的体重之间的转化关系,将食物浪费率定义为家庭食物消费量中没有摄入导致体重没有增加到应至标准的食物所占的比例,通过模型间接估计家庭食物浪费率。

1.1.2 食物浪费的调查方法

调查食物浪费常用四种方法,分别是记账式、考古学、称量法和推断法^[21]。记账式指通过被调查人员记账或回忆的方式来记录每天丢弃的食物^[19],这种方法的可操作性较强且较为简单,但是可能因被调查人员错记、漏记造成数据缺失或失真;考古学指的是调研人员每天估算和记录垃圾桶中丢弃的食物的种类和重量^[10],这种方法得出的结果精确可靠,但工作量较大,且忽略了进入下水道等其他途径产生的食物浪费;称量法指的是调研人员实地记录餐盘中剩余食物的种类并称量剩余量^[22],这种方法得出的食物浪费量最为精确,但耗时、费力,可行性不高;推断法指的是利用食物购买或食物消费等二手数据,采用数学运算得出食物浪费量^[20],这种方法最简便易行,但是可供使用的相关数据集较少,结果不够精确。

CHNS数据包含了本文所需的所有信息,并且数据收集过程科学合理,因此,本文参考Yu等^[20]的方法,使用第三方数据(CHNS数据),通过建立家庭生产函数并将食物浪费看作是无效成分(投入的技术无效率项)来间接估计食物浪费,以解决数据问题。具体来说,就是建立家庭年龄加权BMI指数相对于消费的食物组和体力活动的函数,从食物转化视角解释食物消费是如何转化为体重的,并且考虑体力活动对体重的影响,没有转化为体重的那部分食物即为无效率项,是未消费产生的浪费。

本文利用CHNS数据通过间接估计的方式测量食物浪费,具有以下特点:首先,CHNS数据来自于经过培训的调研人员的记账称重,解决了被调研家庭自行记账的不专业性对结果的影响;其次,调研人员对家庭每日的食物购进量和废弃量进行了详细分类记录,比考古法更加直接易行;其次,该数据库中包含了研究所需的所有信息,解决了数据的可获得性问题,而入户称量面临的最大问题正是其可操作性不高会造成无法获取有效数据;再次,CHNS数据库覆盖的家庭样本庞大,可以在一定程度上缩小非直接称量带来的误差,在我国地域辽阔、人口众多、家庭数目众多的背景下,结果更具代表性;最后,本文兼顾了过量购买造成的食物浪费,间接估计的方式也为研究食物浪费提供了一种新的思路。

1.1.3 食物浪费的原因及影响因素

对于家庭食物浪费的原因,已有研究认为可能源于这几个方面:一是购买的食材超出家庭所需,没能正确管理食物库存,导致食物因变质、过期等原因被丢弃或被遗忘在冰箱里;二是准备的食物过多,以及不知道如何利用剩余餐食烹饪新的菜品;三是储存

食物的环境条件不适宜,导致食物品质下降;四是混淆“最佳赏味期”“保质期”“贩卖期限”“上架期限”等不同标签,或者对食品安全和标签指南过于敏感,丢弃了过期但仍可食用的食物;五是低估了食物的经济和环境价值^[10,13,23]。这些浪费的根源往往与以下影响因素密切相关:

第一,家庭规模。有研究发现小规模家庭的人均浪费量比大规模家庭多;但是也有研究认为,家庭成员数与食物浪费量成正比,家中的常住人口越多,在家用餐的不确定情况增多,容易造成食物浪费^[13]。第二,家庭结构。年轻人比老年人浪费的多^[13],有孩子的家庭比没有孩子的家庭浪费的多^[10,18]。第三,家庭收入。大多数研究发现,食物浪费量与家庭收入呈正向关系^[3,14];然而,也有学者认为低收入家庭的食物浪费量更多^[15],还有学者发现收入和家庭食物浪费之间几乎没有关联^[24]。第四,储存条件。正确使用冰箱可以延长新鲜食物的保质期,减少家庭食物浪费^[25]。第五,地区因素。我国幅员辽阔,不同地域的地理环境和人文环境不同,导致各地在饮食文化和饮食习惯方面存在较大差异,从而南北方的食物浪费情况有所不同。此外,城市化和食物浪费之间也存在一定关联,城市居民的浪费量要多于农村居民^[14]。第六,文化程度。家庭主要成员(特别是女性成员)的文化程度越高,发生食物浪费的可能性越大;但是也有研究持相反观点,认为主要成员的文化程度与食物浪费量呈相反关系^[3,12,14]。第七,就业情况。女性成员全职工作的家庭浪费较多,男性的影响则不大^[3,12]。第八,膳食知识。对膳食知识掌握程度高的个体,其食物摄入更加健康均衡,对蔬菜水果的摄入量较多,对主食的摄入量较少^[26],而蔬菜水果的保质期相对于主食而言较短,这种膳食结构会增加食物垃圾;然而,有专家认为合理的膳食结构和健康的饮食习惯可以控制不合理的消费,从而减少食物浪费^[27]。

1.2 数据来源

本文使用的数据来自中国营养与健康调查(CHNS),CHNS膳食调查分别对家庭和个人的膳食情况进行了调查,由于本文研究的是家庭层面的食物浪费,所以选用的是家庭层面的膳食数据^③,忽略家庭成员外出就餐和有客人就餐这两种情况,视为随机误差。对家户进行的调查采用的是食物存量法,即随机选择一周中的连续三天(通常为两个工作日和一个休息日),通过称重和记账的方式详细记录家庭每日的食物购进量和废弃量,根据食物存量变化计算家户每天的食物消费量。由于2015年没有公布膳食数据,2011年的膳食数据只包括家庭在食用油和调味品方面的消费情况,CHNS数据库从2004年开始就被调查者对膳食知识的了解程度进行调研,而2004年的观点选项与之后的年份不同(2004年只包括极不赞同、不赞同、赞同和极赞同四个选项,2006年及以后的年份增加了中立这一选项)。因此本文选用2006年和2009年两年的数据,调查的地区为辽宁、黑龙江、江苏、山东、河南、湖北、湖南、广西、贵州9个省(自治区)。

在实证分析之前,本文对数据进行了如下筛选:首先剔除数据信息缺失的家庭,其次剔除家庭3天食物消费总量小于0的家庭,再次保留2006年和2009年都参加了调研的家庭,最后对存在异常值的变量在1%和99%处进行缩尾处理,剔除家庭人均食物消费量

③ CHNS膳食数据分为家庭和个人两个层面,家庭食物调查采用食物存量法调查在家就餐部分,个人膳食调查采用回忆法调查在家和在外(学校、公司、餐馆等场所)的就餐情况,对后者进行剔除空值并分类汇总后发现,2006年和2009年在外出就餐量分别只占总消费量的8.21%和9.77%,可能是因为当时在外就餐并未成为人们就餐的主要选择。因此,选择家庭层面的膳食数据从而缺失在外就餐量并不会对结果产生较大影响,而选择个人层面的膳食数据则会破坏家庭这个研究单位的整体性,失去研究家庭层面食物浪费的意义。

在1%~99%之外的值。经过数据筛选和清理之后，最终得到每年有效样本家庭为2021户的平衡面板。除膳食数据外，本文还从CHNS数据库中获取了有关家庭食物消费量，个人及家庭异质性特征等信息，即使用的所有数据均来自于该数据库。

1.3 模型介绍

随机前沿分析主要用于衡量技术效率，分为生产前沿和成本前沿两种。前者指的是在投入水平给定的条件下可以获得的最大产出，后者指的是给定投入价格和产出的情况下生产一组产出所需的最低支出。家庭购买食物以供消费，这些食物通过消化吸收转化为身体的一部分，但是由于浪费行为的存在，购买的食物并没有全部转化为家庭成员的体重，这一差距即为无效率项，并且，浪费行为会受到一系列外在因素的影响，使得家庭浪费行为具有不同的表现。因此，本文参照Yu等^[20]的研究方法，通过建立随机前沿生产函数，将家庭人均食物消费量作为投入项，年龄加权人均身体质量指数（BMI）作为产出项，把未达到预期BMI的部分看作是消费却未摄入的食物（即浪费的食物）部分，以估算家庭食物浪费率，并研究家庭异质性特征对其的影响。随机前沿分析主要采用两种函数形式，科布—道格拉斯（Cobb-Douglas）生产函数和超越对数生产函数（Translog）。前者虽然形式简单便于估计，但是假定技术中性且产出弹性固定，而后者不仅放宽了这些假设，避免了模型的误设，而且还能体现投入的交互作用产生的差异。具体的模型设定如下：

$$\log y^{h,t} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^I \alpha_i \log x_i^{h,t} + \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \beta_{i,j} \log x_i^{h,t} \log x_j^{h,t} + v^{h,t} - u^{h,t} \quad (1)$$

式中： $y^{h,t}$ 是第 t 年家庭 h 的所有成员BMI的年龄加权平均值； α 、 β 均为待估参数； $x^{h,t} = (x_1^{h,t}, x_2^{h,t}, \dots, x_I^{h,t})'$ 是第 t 年家庭 h 消费的第 i 组食物的人均消费量和家庭人均身体活动强度； $v^{h,t}$ 表示观测误差和不可控的随机因素，假定其服从正态分布，即 $v^{h,t} \sim N(0, \sigma_v^2)$ ； $u^{h,t}$ 表示技术非效率引起的非负随机变量，即家庭消费的食物中没有被食用从而没有引起BMI指数变化的部分，假定其服从半正态分布，即 $u^{h,t} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ ，并且是异质性的：

$$\sigma_{u_h}^2 = \exp(\gamma_0 + \gamma' d^{h,t}) \quad (2)$$

式中： $d^{h,t}$ 表示可能影响浪费行为的家庭异质性特征变量； γ 为待估参数。 $\sigma_{u_h}^2$ 不仅是 $u^{h,t}$ 的方差的参数，也决定了均值，通常来说，当 $d^{h,t}$ 中的变量导致 $\sigma_{u_h}^2$ 变大时，就会产生更多浪费。

通常使用以下三种方法来估计上述模型：修正的OLS估计、广义矩估计（GMM）和极大似然估计（ML），本文选择极大似然估计，因为它更适用于异方差形式。

似然函数的推导基于 $v^{h,t}$ 和 $u^{h,t}$ 之间相互独立的假设，复合模型误差 $\varepsilon^{h,t}$ 被定义为 $\varepsilon^{h,t} = v^{h,t} - u^{h,t}$ ，它的概率密度函数是两个分量密度的卷积^[28]：

$$f_{\varepsilon^{h,t}}(\varepsilon^{h,t}) = \int_0^{+\infty} f_{u^{h,t}}(u^{h,t}) f_{v^{h,t}}(\varepsilon^{h,t} + u^{h,t}) du^{h,t} \quad (3)$$

因此， I 个生产单位样本的似然函数为^[28]：

$$l(\theta) = \sum_{i=1}^I \log f_{\varepsilon^{h,t}}(\varepsilon^{h,t} | \theta) \quad (4)$$

由于随机前沿分析的主要目标是估计技术（或成本）效率，因此需要将观测不到的成分从复合误差中分离出来，Jondrow等^[29]和Battese等^[30]提出通过给定 ε 下的 u 来解决这

一问题, 及利用条件分布的均值 $E(u|\hat{\varepsilon})$ 来获得无效率项的估计值。一旦得到 u 的点估计值, 技术效率可以从以下公式中获得^[28]:

$$TE = \exp(-\hat{u}^{h,t}) \quad (5)$$

本文的研究目标是估计家庭层面的食物浪费率, 通过估计每个家庭的产出无效率项 $\hat{u}^{h,t}$ 来实现, 由于因变量是年龄加权家庭人均BMI的对数, 所以 $\hat{u}^{h,t}$ 表示的是相对于BMI的家庭近似浪费率。

1.4 变量说明

1.4.1 产出变量

家庭成员年龄加权BMI均值的对数。Yu等^[20]指出, 未成年人摄入的食物比成年人少(年龄越小, 这一差距越大), 导致前者食物摄入量的边际“生产力”——BMI要小于后者。因此, 本文参考Yu等^[20]的做法, 对于18岁以下的家庭成员, 将实际年龄除以18作为其权重, 对于18岁及以上的家庭成员, 将1作为其权重, 加总所有家庭成员的BMI之后再除以家庭规模, 由此得到所有家庭成员BMI的年龄加权均值。具体计算公式为:

$$y^{h,t} = (\sum_{age < 18} \frac{age}{18} \times BMI + \sum_{age \geq 18} \frac{18}{18} \times BMI) / size \quad (6)$$

式中: BMI并不是一个“产出”指标, 它表示的是相对于身高的体重值, 只是一个用来衡量人体肥胖和健康程度的常用指标^④, 很有可能两个人摄入了不同数量的食物, 却有相同的BMI, 这使得BMI看上去似乎并不是一个很好的选择, 因为它没有反映出食物消费的差异。然而, 食物消费中缺失的差异并没有严格地与“边际产出”挂钩, 因为如果购买的食物超出家庭所需, 那么这部分食物中的热量就没有转化为体重, 所以消费了过量食物的家庭成员并不会增加更多体重。因此, BMI在理论上既有合理性, 也有局限性。使用年龄比作为18岁以下成员的权重就是为了解释BMI没有捕捉到的一些缺失部分^[20]。

1.4.2 投入变量

(1) 家庭人均食物消费量的对数。家庭9组食物人均消费量的对数^⑤。由于CHNS的调查周期是一周中的连续三天, 所以将三天的消费量除以天数和家庭规模转化为每人每天的消费量。对于食物组的划分, CHNS数据库2006年、2009年的调查参照的是2002年出版的《中国食物成分表》的编码规则, 将食物分为21个大类, 每一大类又根据食物属性的差异, 进一步分成不同的亚类。为了便于分析, 本文根据食物特性将这21种食物归类合并为9个食物组, 分别是: 谷物、干豆类、蔬菜水果、肉类、蛋奶类、水产品、零食饮料、油脂类、其他类^⑥。

(2) 家庭人均身体活动强度的对数。有研究显示, 由于能量消耗会降低BMI, 其效

④ 用来衡量肥胖状况的指标主要有三个: 身体质量指数、腰围和体脂率。其中, 腰围易受进食的影响使得估计结果产生较大误差, 体脂率的计算受到数据的限制, 而BMI作为一种评价和检测身体形态的重要指标, 对于评判个体全身的肥胖程度具有相对来说较高的参考价值, 因此, 本文参照Yu等^[19]的选择, 选用身体质量指数(BMI)作为肥胖状况的衡量指标。

⑤ 由于部分家庭某类食物的消费量为0, 因此本文在估计中使用加1后再取对数的方式对数据进行处理。由于消费量为个位数的数据所占比例极小, 因此处理后即使有偏误, 也是可以忽略的。

⑥ 谷物(包括谷类及制品、薯类、淀粉及制品)、干豆类(干豆类及制品)、蔬菜水果(蔬菜类及制品、菌藻类、水果类及制品、坚果、种子类)、肉类(畜肉类及制品、禽肉类及制品)、蛋奶类(乳类及制品、蛋类及制品)、水产品(鱼虾蟹贝类)、零食饮料(小吃、甜饼, 速食食品, 饮料类, 含酒精饮料, 糖、蜜饯类)、油脂类、其他类(婴幼儿食品, 调味品类, 药食两用食物及其他)。

果如同浪费食物一般, 因此, 忽略其影响可能会高估模型中的食物浪费^[31,32]。CHNS数据库将劳动强度分为6个等级, 取值在1~6之间^⑦, 本文对数据进行如下处理: 将无工作能力重新赋值为1, 其他取值在原始值上加1, 使得取值按照强度等级依次递增, 加总之后除以家庭规模并取对数。

1.4.3 影响技术非效率的变量

(1) 家庭规模。所有家庭成员的数量。

(2) 家庭结构。家中孩子的人数和老年人的人数, 参照Yu等^[20]和邓婷鹤^[33]的划分标准, 将18岁以下的个体视为孩子, 将60岁及以上的个体视为老年人。

(3) 家庭人均年收入。CHNS数据库提供了经CPI调整后的以2011年为基期的家庭年度总收入, 包括农林牧渔业收入、工资、补贴等, 本文将家庭年度总收入除以家庭规模得到家庭人均年收入。

(4) 储存条件。选用家庭有无冰箱(没有冰箱取值为0, 有冰箱取值为1)来衡量储存条件的优劣。

(5) 地区因素。包括南北方和城乡类型。前者以秦岭—淮河为界, 将辽宁、黑龙江、山东、河南划为北方(取值为0), 江苏、湖北、湖南、广西、贵州划为南方(取值为1); 后者分为农村(取值为0)和城镇(取值为1)两种。

(6) 户主信息。包括户主的年龄、受教育年限^⑧以及就业情况(没有工作取值为0, 有工作取值为1)。

(7) 主要女性成员。包括主要女性成员^⑨的年龄、受教育年限以及就业情况(没有工作取值为0, 有工作取值为1)。

(8) 膳食营养知识。家庭膳食知识得分的平均值。因子分析常被用来研究膳食模式, 其思想是找到可以影响或支配具有高度相关性的原始变量的公因子, 这些公因子一方面可以替换原有的多个原始变量, 另一方面数量较少且彼此间相互独立, 为研究提供了便利^[34]。由于CHNS调查通过询问个人有关膳食知识问题的观点来衡量其对膳食营养知识的掌握程度, 多个指标虽然可以从不同角度为研究提供丰富的信息, 但同时也增加了分析的复杂性和难度, 并且不同指标之间可能存在一定的相关性。因此, 本文使用因子分析法, 通过提炼公因子来计算家庭膳食知识得分。由于膳食问卷中的问题有正反两个方向, 所以在实证分析之前, 本文根据世界卫生组织1988年的标准, 将所有问题的方向调成一致, 然后参照任娟^[35]的方法进行标准化, 使用SPSS 25.0软件得到因子分析结果如表1所示:

原始变量之间的相关性越强, 因子分析的效果就越好, 原始变量之间的相关性可以通过KMO和Bartlett检验来判断(表2)。结果显示, KMO统计量为0.977, 因子分析的效果较好, 且Bartlett检验为0.000, 拒绝各变量独立的假设, 变量间具有较强的相关性, 说明选取的指标适合进行因子分析。

⑦ CHNS数据库将劳动强度分为: (1) 极轻体力活动, (2) 轻体力活动, (3) 中度体力活动, (4) 重体力活动, (5) 极重体力活动, (6) 无工作能力。

⑧ 接受正规学校教育的年限。

⑨ 参照江金启等^[3]的定义标准, 在户主为男性的家庭中, 使用的是配偶的数据; 在户主为女性的家庭中, 使用的成年女性劳动力的数据。

单个公因子解释的差异占有原始变量总差异的比例称为贡献率，特征值较大的前 k 个公因子的累计贡献率之和称为累积贡献率，前 k 个公因子的累积贡献率越大说明分析的效果越好。一般而言，累积贡献率达到 70% 时说明因子分析的结果较好^[34]。表 1 结果显示，提取了 1 个公因子，累积方差贡献率即达到 86.810%，说明提取的这一个公因子就可以解释 12 个原始指标包含的信息。

所有变量的描述性统计值如表 3 所示：

表 1 解释的总方差

Table 1 The total variance of the interpretation

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	总计	方差/%	累积/%	总计	方差/%	累积/%
1	10.417	86.810	86.810	10.417	86.810	86.810

表 2 KMO 和巴特利特检验

Table 2 KMO and Bartlett's test

取样足够度的 Kaiser - Meyer - OLkin 度量		0.977
近似卡方		94931.606
Bartlett 球形度检验	df	66
	sig	0

表 3 变量的定义及描述性统计

Table 3 The definition and descriptive statistics of variables

指标名称	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值
产出项	家庭人均年龄加权 BMI	22.1707	3.4445	13.0658	30.2653
投入项	谷物人均消费量	386.5371	178.3492	0	1775
	干豆类人均消费量	53.4177	70.7094	0	783.33
	蔬菜水果人均消费量	383.6159	212.6137	0	1766.67
	肉类人均消费量	78.2979	75.7717	0	633.33
	蛋奶类人均消费量	46.5518	66.5216	0	878.33
	水产品人均消费量	30.4181	55.2475	0	583.33
	零食饮料人均消费量	38.3886	84.7315	0	854.83
	油脂类人均消费量	40.1909	35.6147	0	772.67
	其他类人均消费量	28.9068	34.9802	0	790.83
	家庭人均身体活动强度	3.5151	1.0829	2	5
家庭规模	家庭规模	2.6084	1.1295	1	10
家庭结构	孩子的数量	0.3392	0.6072	0	5
	老年人的数量	0.6007	0.8103	0	3
家庭收入	家庭人均年收入	14071.0900	13970.1800	0	87882.84
储存条件	冰箱拥有情况	0.5774	0.4940	0	1
地区因素	南北地区	0.5235	0.4995	0	1
	城乡类型	0.3088	0.4620	0	1
户主信息	户主的年龄	54.9834	12.0400	24	94
	户主的受教育年限	19.3558	8.6318	0	36
	户主的就业情况	0.6294	0.4830	0	1
主要女性成员	主要女性成员的年龄	53.3800	11.9678	22	94
	主要女性成员的受教育年限	16.3288	9.7062	0	35
	主要女性成员的就业情况	0.5012	0.5001	0	1
膳食营养知识	膳食知识得分因子	-0.0027	0.5179	-1.7788	5.0009

2 结果分析

表4 平均弹性结果

Table 4 Average elasticity

2.1 食物组的弹性

由于模型中参数的数量超过了60个，并且估计系数没有直接含义，因此表4中给出了家庭人均BMI相对于九个食物组的人均消费量和人均身体活动强度的弹性，用来表示边际效应的大小和方向^⑩。对于每个家庭，计算其第 k 组食物或身体活动强度的弹性（由于该弹性依赖于变量的变化，因此这里取食物组和身体活动强度的平均弹性）为：

类别	平均弹性
谷物	0.0170
干豆类	0.0022
蔬菜水果	0.0086
肉类	0.0017
蛋奶类	0.0023
水产品	-0.0029
零食饮料	-0.0013
油脂类	0.0104
其他类	0.0049
身体活动强度	-0.0511

$$e_k^{h,t} = \frac{\partial \log y^{h,t}}{\partial \log x_k^{h,t}} = \alpha_k + \sum_{j>k} \beta_{k,j} \log x_j^{h,t} + 2\beta_{k,k} \log x_k^{h,t} + \sum_{i<k} \beta_{i,k} \log x_i^{h,t} \quad (7)$$

式中： $e_k^{h,t}$ 表示 t 时间第 h 个家庭第 k 种食物组或者身体活动强度的弹性大小； $y^{h,t}$ 表示 t 时间第 h 个家庭年龄加权BMI的均值； $x_k^{h,t}$ 表示 t 时间第 h 个家庭第 k 种食物组的人均消费量或者人均身体活动强度的大小； α_k 为截距项； β 为系数。

由表中结果可知，大部分食物组的弹性都为正，这与常识相符，即摄入食物为人体提供了能量导致体重增加，尤其是谷物和油脂类，在两个模型中的弹性都为最大，谷物的热量普遍较高，过量摄入会导致体重增加；油脂类脂肪含量高，是肥胖的重要诱因；与通常的认知相悖，蔬菜水果的弹性为正，可能是因为蔬菜水果含有一定的热量，摄入过多也会对体重产生影响，但是其弹性不大，并不是体重增加的重要来源。水产品的弹性为负，因为水产品属于高蛋白、低脂肪类食物，不会起到增重的效果；零食饮料的弹性为负，与Yu等^[20]得出的结果一致，可能是由于和高蛋白、高脂肪类食物相比，其并不会显著增加体重；身体活动强度的弹性显著为负，因为身体活动会消耗热量，从而达到减重的效果。

2.2 家庭平均浪费率

表5中给出了食物组总的平均食物浪费百分比，结果显示，家庭平均食物浪费率为11.28%。

图1中给出了食物浪费率的直方图，可以看出，大多数家庭的平均浪费率集中在0~20%，少部分家庭的平均浪费率达到了20%~40%，几乎很少有家庭的浪费率超过40%：

江金启等^[3]使用CHNS数据库得到2006年和2009年我国家庭食物浪费率分别为3.32%和3.25%，本文得出的食物浪费率高于该结果，相当于其三四倍。人体所需的能量是由食物中的营养素氧化产生的，其中，约60%以热能的形式散发出来用以维持体温，只有约40%转化成化学能用以维持生长发育、新陈代谢和体力运动等生理活动^[36]，考虑该食物转化率以后，则与江金启等^[3]的结果十分接近。由于存在着能量损耗，摄入的食物不会完全转化为体重，此外，购买的食物中包含不可食用部分，这部分食物不能为人体

⑩ 囿于篇幅，完整的估计结果未列出，如有需要请与作者联系。

表5 平均食物浪费率
Table 5 Average food waste rate (%)

平均浪费率和标准差	结果
平均浪费率	11.28
标准差	10.75

提供能量，这些原因使得实际BMI偏低，从而高估食物浪费率。但是本文旨在从食物转化角度为估计食物浪费提供一种新方法，并研究家庭异质性因素对食物浪费的影响，因此，该系统性误差可以忽略。并且，江金启等^[3]只考虑了消费食物存在的浪费，没有考虑到过量购买已经开始产生浪费，而后一种浪费趋势愈加严重却容易被忽视。Yu等^[20]使用同样的方法估算出的美国家庭食物浪费率为27.6%（考虑了身体活动的影响之后），而据美国农业部（USDA）估计，食物浪费约占可食用食物供应的10%^[37]，前者约为后者的三倍，可见，由于食物不能完全转化为体重，会在一定程度上高估食物浪费率。

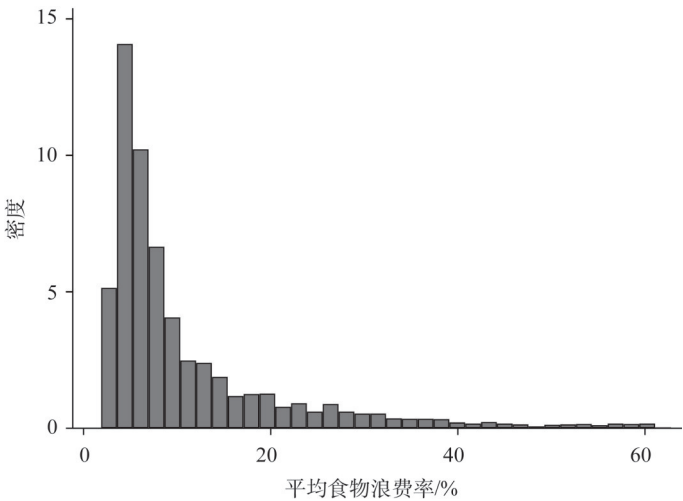


图1 \hat{u}_h 的分布

Fig. 1 The distribution of \hat{u}_h

表6中给出了不同家庭平均浪费率的对比情况。

2.3 食物浪费影响因素

表7中给出了家庭异质性变量对食物浪费率的影响结果。

结果显示，通过显著性检验的有家庭规模、孩子的数量、老年人的数量、家庭人均年收入、南北地区、主要女性成员的受教育年限、主要女性成员的就业情况、膳食知识得分。其中，家庭规模越小、孩子的数量或老年人的数量越多、家庭人均年收入越高、南方地区、户主的受教育程度越低、主要女性成员的受教育程度越高或者有工作、膳食知识掌握程度越低的家庭，其浪费率越高。而是否拥有冰箱，城乡差别，户主的年龄、户主是否有工作，主要女性成员的年龄则对家庭食物浪费率没有显著影响。

究其原因，可能有以下几点：第一，家庭规模。虽然小规模家庭的家庭成员少，但是为了实现营养均衡，依然会烹制多种菜品，每种饭菜都有烹制的最少量要求，因此浪费问题就会更加严重；此外，长期居住在一起，备餐者对用餐人数的变化会有相当的把握，一定程度上减少了备餐的不确定性。第二，家庭结构。中国父母普遍溺爱孩子，容易满足孩子过度的食物要求，大多数情况下却没能消费完所有食物，从而产生浪费；与

表6 不同家庭平均浪费率水平对比

Table 6 The average food waste rate of different households (%)

变量名称	2006年				2009年			
	平均浪费率	标准差	最小值	最大值	平均浪费率	标准差	最小值	最大值
家庭规模/人								
1	7.90	4.61	2.28	32.10	8.34	5.36	2.27	37.04
2	7.46	6.91	2.03	57.05	6.95	4.97	1.87	52.87
3	15.35	12.00	2.37	60.62	13.72	11.26	2.11	60.35
4	19.45	15.56	2.11	61.44	18.14	14.31	3.09	58.73
≥5	22.68	14.67	2.54	60.80	19.91	13.36	2.93	62.78
孩子的数量/个								
0	6.39	3.40	2.03	33.20	6.65	3.45	1.87	37.04
1	20.74	10.58	4.50	57.09	19.83	9.64	4.51	54.67
2	36.54	13.97	6.37	61.44	34.48	14.71	8.74	60.35
≥3	51.35	12.36	14.13	60.36	46.06	12.16	19.00	62.78
老年人的数量/个								
0	12.01	11.97	2.03	61.44	10.52	10.12	1.87	62.78
1	11.99	11.00	2.37	60.62	12.51	11.51	2.50	60.35
2	10.75	9.62	2.66	60.80	9.88	7.99	2.54	58.09
3	8.02	3.89	3.91	14.96	7.64	3.58	5.33	14.80
家庭人均年收入/元								
≤5000	14.40	13.98	2.23	61.44	13.31	12.94	2.11	62.78
5000~10000	12.31	11.16	2.03	61.09	12.77	11.73	1.87	59.23
10000~15000	10.26	9.35	2.52	60.47	10.37	9.19	2.49	55.96
15000~20000	9.41	9.11	2.57	58.42	8.97	7.96	2.40	58.73
≥20000	8.69	7.64	2.37	50.65	8.72	6.71	2.43	53.02
冰箱拥有情况								
无	12.56	12.28%	2.11	61.44	12.14	11.56	2.40	62.78
有	11.01	10.45%	2.03	60.93	10.03	8.99	1.87	59.23
南北地区								
北方	8.46	8.14	2.03	56.64	7.79	6.69	1.87	52.87
南方	14.79	13.01	2.52	61.44	13.51	11.65	2.89	62.78
城乡类型								
农村	12.23	12.10	2.03	61.09	11.25	10.84	2.15	62.78
城镇	10.73	9.60	2.37	61.44	9.73	7.81	1.87	54.30
户主的年龄/岁								
≤30	23.01	17.93	3.22	60.46	24.41	10.80	4.50	37.65
31~40	21.80	14.86	2.67	61.09	20.97	14.78	2.11	62.78
41~50	9.24	8.46	2.23	52.21	8.59	6.57	2.27	56.59
51~60	9.80	9.86	2.03	60.36	8.90	8.55	1.87	59.57
61~70	11.55	10.94	2.70	60.62	11.54	10.26	2.70	60.35
≥71	11.26	10.39	2.37	61.44	10.88	9.79	2.54	59.23

续表6

变量名称	2006年				2009年			
	平均浪 费率	标准差	最小值	最大值	平均浪 费率	标准差	最小值	最大值
户主的受教育年限/年								
0	12.73	11.75	2.28	59.85	13.16	12.25	2.69	60.35
11~16	11.82	11.47	2.11	61.44	11.43	10.85	2.11	62.78
21~26	12.03	11.97	2.03	61.09	10.27	9.40	1.87	58.73
27~29	9.76	8.20	2.34	42.48	8.84	6.43	2.22	32.16
31~36	10.50	9.24	2.53	53.84	9.30	8.14	2.89	52.87
户主的就业情况								
无业	10.04	9.34	2.23	61.44	10.11	8.78	2.22	59.23
就业	12.75	12.32	2.03	61.09	11.19	10.70	1.87	62.78
主要女性成员的年龄/岁								
≤30	25.46	18.43	3.22	61.44	25.04	15.63	4.36	56.57
31~40	20.33	14.63	2.36	61.09	19.82	14.00	2.11	62.78
41~50	8.57	7.96	2.23	60.80	8.39	6.73	2.27	56.90
51~60	10.00	10.17	2.03	60.36	9.28	8.72	1.87	59.57
61~70	10.93	9.48	2.66	60.62	10.78	9.76	2.54	60.35
≥71	10.81	9.29	2.37	59.85	10.91	9.69	2.50	59.23
主要女性成员受教育年限/年								
0	11.97	11.60	2.03	60.36	10.81	9.82	1.87	60.35
11~16	11.35	11.51	2.23	61.09	10.91	10.57	2.11	62.78
21~26	11.99	11.55	2.36	61.44	10.73	10.06	2.27	58.39
27~29	10.77	7.66	3.10	36.98	9.45	6.48	3.00	32.16
31~36	14.13	12.85	3.20	53.84	12.25	10.21	3.26	52.87
主要女性成员的就业情况								
无业	9.65	9.06	2.03	61.44	9.58	8.49	1.87	59.23
就业	13.84	12.98	2.37	61.09	12.00	11.25	2.49	62.78
膳食知识得分								
≤-1	13.10	13.79	3.09	58.69	14.10	16.13	3.48	59.57
(-1, -0.5]	13.22	13.79	2.57	60.80	11.83	11.13	2.51	55.50
(-0.5, 0]	12.19	11.95	2.23	61.44	10.74	9.81	2.15	62.78
(0, 0.5]	11.34	10.80	2.30	60.47	10.41	9.44	2.22	60.35
(0.5, 1]	11.73	9.71	2.03	44.65	9.94	10.03	3.17	57.86
>1	9.15	7.76	2.11	35.87	11.59	11.49	1.87	58.09

预期相反，老年人的人数增多会加剧食物浪费，可能是因为虽然老年人的节俭意识更强，生活经验更丰富，但是老年人常常会因身体状况不佳而影响食量，导致浪费增多。第三，家庭收入。收入水平提高意味着购买力提升，当可供选择的范围不断扩大，消费决策所需的信息却没有和这种变化相匹配时，就会造成不当消费，并且食物采购成本在收入中所占的比例比较小，会导致人们忽视浪费问题，丢弃物增多。第四，储藏条件。真正影响食物保鲜度的是冰箱的温度，即使家庭拥有冰箱，储藏方式不当反而会加剧食物浪费，而将食物储藏在其他温度适宜的空间却可以延长保质期，因此是否拥有冰箱对

表7 食物浪费率影响因素
Table 7 Factors that influence the rate of food waste

指标名称	变量名称	影响因素
家庭规模	家庭规模	-0.1364***(-2.86)
家庭结构	孩子的数量	1.9420*** (19.32)
	老年人的数量	0.2035*** (2.96)
家庭收入	家庭人均年收入	0.0000*** (4.03)
储存条件	冰箱拥有情况	0.0424 (0.53)
地区因素	南北地区	0.7003*** (8.51)
	城乡类型	0.0067 (0.08)
户主信息	户主的年龄	0.0070 (1.21)
	户主的受教育年限	-0.0133** (-2.31)
	户主的就业情况	0.0447 (0.42)
主要女性成员	主要女性成员的年龄	0.0043 (0.75)
	主要女性成员的受教育年限	0.0145*** (2.65)
	主要女性成员的就业情况	0.2610*** (2.82)
膳食营养知识	膳食知识得分因子	-0.3058*** (-4.14)
常数项	常数项	-5.9028*** (-16.65)
	$E(\sigma_{u_i}^2)$	0.1604
	σ_e^2	0.0971***
	对数似然函数值	2695.0584
	P值	0.0000

注：*、**和***分别表示在10%、5%和1%的显著性水平下显著，括号内为t值。

浪费没有显著影响。第五，地区因素。南方菜式丰富，虽然菜量较北方少，但是一般而言南方人的饭量也要比北方人少，并且南方更喜食蔬菜、水产品，北方更偏爱牛羊肉，前者的保质期比后者短，种种原因使得南方家庭的食物浪费率要高于北方家庭；随着我国城市化进程的推进，农村居民的收入显著提升，对饮食质量的要求不断提高，城乡之间的差距已不再明显，对浪费率的影响也就不很显著。第六，户主信息。户主在家中常常扮演着教育的角色，户主的受教育程度越高，可能越能认识到食物浪费的重要性，从而对家庭成员进行食育，可以有效降低浪费率。第七，主要女性成员。主要女性成员在家中往往需要承担各种家务劳动，受教育程度越高，可能会更加追求膳食的营养健康，一些尚可食用的食物会被丢弃，并且如果其有工作，备餐的机会成本会比较大，不会花大量时间来管理家中的食物。第八，膳食营养知识。对膳食知识的掌握程度较低的家庭，可能在根据实际营养需求合理搭配膳食方面有所欠缺，导致家庭食物垃圾增多。

3 结论与讨论

当前中国食物供应充足，但是人口增长、资源条件约束以及全球气候变化等问题，使得我国的粮食安全和可持续发展仍然面临不小的挑战，在这一矛盾存在并将继续的背景下，我国的食物损失和浪费情况却十分严峻，其中，家户部门作为消费阶段的重要组成部分，产生的浪费不容忽视。本文利用CNHS数据，通过随机前沿生产函数估算出我国家庭平均食物浪费率，并且就家庭规模、家庭结构、家庭收入、储存条件、地区因素、户

主信息、主要女性成员特征、膳食营养知识对食物浪费的影响进行了实证研究。研究发现,我国家庭食物浪费率约为11.28%;家庭规模越小、孩子的数量或老年人的数量越多、家庭人均年收入越高、南方地区、户主的受教育程度越低、主要女性成员的受教育程度越高或有工作、对膳食知识掌握程度越低的家庭,其浪费率越高。

中国家庭的食物浪费问题亟待解决,具体可以采取以下措施:一是鼓励商家生产小包装食物和小型烹饪器具;二是指导负责家务的成员根据家庭实际需求购买食物;三是通过政府制定食育政策、学校进行食育教学、家庭引导健康的饮食习惯这种多方合作的形式开展食育运动;四是针对家庭部门和一般公众开展节粮惜粮的宣传活动,并且教授在购买、储存和烹饪等环节可以用来减少浪费的措施。

参考文献(References):

- [1] 刘立涛,刘晓洁,伦飞,等.全球气候变化下的中国粮食安全问题研究.自然资源学报,2018,33(6): 927-939. [LIU L T, LIU X J, LUN F, et al. Research on China's food security under global climate change background. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(6): 927-939.]
- [2] 王灵恩,成升魁,刘刚,等.中国食物浪费研究的理论与方法探析.自然资源学报,2015,30(5): 715-724. [WANG L E, CHENG S K, LIU G, et al. Study on theories and methods of Chinese food waste. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(5): 715-724.]
- [3] 江金启, YU T E, 黄琬真,等.中国家庭食物浪费的规模估算及决定因素分析.农业技术经济,2018, (9): 88-99. [JIANG J Q, YU T E, HUANG W Z, et al. Home food waste in China and the associated determinants. *Journal of Agrotechnical Economics*, 2018, (9): 88-99.]
- [4] 张盼盼,白军飞,刘晓洁,等.消费端食物浪费:影响与行动.自然资源学报,2019,34(2): 437-450. [ZHANG P P, BAI J F, LIU X J, et al. Food waste at the consumer segment: Impact and action. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(2): 437-450.]
- [5] SCHANES K, DOBERNIG K, GÖZET B. Food waste matters: A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 182(5): 978-991.
- [6] THYBERG K L, TONJES D J. Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. *Resources, Conservation and Recycling*, 2016, 106: 110-123.
- [7] 曹芳芳,黄东,朱俊峰,等.小麦收获损失及其主要影响因素:基于1135户小麦种植户的实证分析.中国农村观察,2018, (2): 75-87. [CAO F F, HUANG D, ZHU J F, et al. The wheat harvest loss and its main determinants in China: An empirical analysis based on survey data from 1135 households. *China Rural Survey*, 2018, (2): 75-87.]
- [8] 朱晶,李天祥,林大燕.开放进程中的中国农产品贸易:发展历程、问题挑战与政策选择.农业经济问题,2018, (12): 19-32. [ZHU J, LI T X, LIN D Y. China's agricultural trade in economic opening-up: Development, challenges and future policy alternative. *Issues in Agricultural Economy*, 2018, (12): 19-32.]
- [9] European Commission. Preparatory study on food waste across EU 27. Technical Report-2010-054, European Commission, 2010: 9-159.
- [10] QUESTED T, INGLE R, PARRY A. Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2012. London: WRAP, 2013: 3-134.
- [11] BLAIR D, SOBAL J. Luxus consumption: Wasting food resources through overeating. *Agriculture & Human Values*, 2006, 23(1): 63-74.
- [12] FAMI H S, ARAMYAN L H, SIJTSEMA S J, et al. Determinants of household food waste behavior in Tehran city: A structural model. *Resources, Conservation and Recycling*, 2019, 143: 154-166.
- [13] KOIVUPURO H, HARTIKAINEN H, SILVENNOINEN K, et al. Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households. *International Journal of Consumer Studies*, 2012, 36(2): 183-191.
- [14] SECONDI L, PRINCIPATO L, LAURETI T. Household food waste behavior in EU-27 countries: A multilevel analysis. *Food Policy*, 2015, 56(10): 25-40.
- [15] SETTI M, FALASCONI L, SERGÈ A, et al. Italian consumer income and food waste behavior. *British Food Journal*.

- 2016, 118(7): 1731-1746.
- [16] BUCHNER B, FISCHLER C, GUSTAFSON E, et al. Food waste: Causes, impacts and proposals. The Barilla Center for Food & Nutrition (BCFN), 2012: 18-20.
- [17] 丁珊. 家庭食物浪费及其生态足迹、碳足迹、水足迹和甲烷释放的研究. 大连: 大连理工大学, 2015. [DING S. Study on the household food waste and its ecological footprint. Dalian: Dalian University of Technology, 2015.]
- [18] 李明净. 中国家庭食物消费的碳—水—生态足迹及气候变化减缓策略优化研究. 大连: 大连理工大学, 2016. [LI M J. Study on carbon-water-ecological footprint of Chinese household food consumption and diet optimization for climate change mitigation. Dalian: Dalian University of Technology, 2016.]
- [19] 李丰, 蒋文斌, 朱瑶瑶, 等. 中国农村食物浪费与成因分析: 基于全国25个省(市)的记账式调查. 粮食科技与经济, 2017, 42(4): 24-28. [LI F, JIANG W B, ZHU Y Y, et al. Food waste and its causes in rural China: Based on an accounting survey of 25 provinces (municipalities) in China. Grain Science and Technology and Economy, 2017, 42(4): 24-28.]
- [20] YU Y, JAENICKE E C. Estimating food waste at the individual household level. 2017 Annual Meeting. Chicago: Illinois Agricultural and Applied Economics Association, 2018: 1-38.
- [21] 高利伟, 成升魁, 曹晓昌, 等. 食物损失和浪费研究综述及展望. 自然资源学报, 2015, 30(3): 523-536. [GAO L W, CHENG S K, CAO X C, et al. Review of food loss and waste research and its prospects. Journal of Natural Resources, 2015, 30(3): 523-536.]
- [22] 张丹, 伦飞, 成升魁, 等. 城市餐饮食物浪费的磷足迹及其环境排放: 以北京市为例. 自然资源学报, 2016, 31(5): 812-821. [ZHANG D, LUN F, CHENG S K, et al. The phosphorus footprint and its environmental analysis for restaurant food waste: Taking Beijing as an example. Journal of Natural Resources, 2016, 31(5): 812-821.]
- [23] RICHTER B, BOKELMANN W. Explorative study about the analysis of storing, purchasing and wasting food by using household diaries. Resources, Conservation and Recycling, 2017, 125(10): 181-187.
- [24] WENLOCK R W, BUSS D H, DERRY B J, et al. Household food wastage in Britain. British Journal of Nutrition, 1980, 43(1): 18.
- [25] QUESTED T E, MARSH E, STUNELL D, et al. Spaghetti soup: The complex world of food waste behaviours. Resources, Conservation and Recycling, 2013, 79: 43-51.
- [26] ASAKURA K, TODORIKI H, SASAKI S. Relationship between nutrition knowledge and dietary intake among primary school children in Japan: Combined effect of children's and their guardians' knowledge. Journal of Epidemiology, 2017, 27(10): 483-491.
- [27] 侯鹏, 王灵恩, 刘晓洁, 等. 国内外食育研究的理论与实践. 资源科学, 2018, 40(12): 2369-2381. [HOU P, WANG L E, LIU X J, et al. Theory and practice on food education research at home and abroad. Resources Science, 2018, 40(12): 2369-2381.]
- [28] BELOTTI F, DAIDONE S, ILARDI G, et al. Stochastic frontier analysis using Stata. The Stata Journal, 2013, 13(4): 719-758.
- [29] JONDROW J, KNOX LOVELL C A, MATEROV I S, et al. On the estimation of technical inefficiency in the stochastic frontier production function model. Journal of Econometrics, 1982, 19(2-3): 233-238.
- [30] BATTESE G E, COELLI T J. Prediction of firm-level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. Journal of Econometrics, 1988, 38: 387-399.
- [31] 倪国华, 郑风田, 喻志军, 等. 生活方式变化对我国成人肥胖的影响研究: 基于CHNS数据的实证分析. 中国食物与营养, 2014, 20(3): 77-81. [NI G H, ZHENG F T, YU Z J, et al. Effects of lifestyle changes on adult obesity in China: Empirical analysis based on CHNS database. Food and Nutrition in China, 2014, 20(3): 77-81.]
- [32] ARCHER E, THOMAS D M, MCDONAL S M, et al. The validity of US nutritional surveillance: USDA's loss-adjusted food availability data series 1971-2010. Current Problems in Cardiology, 2016, 41(11-12): 268-292.
- [33] 邓婷鹤. 人口老龄化进程中的食物消费变化研究. 北京: 中国农业大学, 2017. [DENG H T. On the changes of food consumption under the increasing population aging: Based on the CHNS survey. Beijing: China Agricultural University, 2017.]
- [34] 贺谦. 中国城乡居民膳食营养状况和健康不平等性分析. 武汉: 华中科技大学, 2016. [HE Q. Urban-rural disparities of dietary, nutrition and health in China: Based on China health and nutrition survey. Wuhan: Huazhong University of Science & Technology, 2016.]
- [35] 任娟. 多指标面板数据融合聚类分析. 数理统计与管理, 2013, 32(1): 57-67. [REN J. Fusion clustering analysis of multivariate panel data. Journal of Applied Statistics and Management, 2013, 32(1): 57-67.]

- [36] 张海英. 浅谈肥胖的研究进展. 中国伤残医学, 2010, 18(1): 156-158. [ZHANG H Y. Brief talk on the research progress of obesity. Chinese Journal of Trauma and Disability Medicine, 2010, 18(1): 156-158.]
- [37] BUZBY J C, WELLS H F, HYMAN J. The Estimated Amount, Value, and Calories of Postharvest Food Losses at the Retail and Consumer Levels in the United States. Washington, DC, USA: USDA Economic Research Service, 2014.

The degree and influencing factors of household food waste in China from the perspective of food conversion: An empirical analysis based on CHNS database

LI Feng¹, DING Yuan-yuan², CAI Rong²

(1. School of Economics, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China; 2. School of Food and Strategic Reserves, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210003, China)

Abstract: The food supply in China has been adequate and stable for a long time and China has made remarkable achievements in food security which is proved to be true. However, this situation has been challenged by population growth and environmental degradation in recent years. On the one hand, the large population in China is still growing, which makes enormous demands on food supplies. On the other hand, grain production is constrained by resources and the environment, and importing foreign food excessively will squeeze domestic agricultural production. Therefore, the best way to ensure food security in China is to reduce food waste. As an important part of the consumption, households account for a large proportion of food waste production sector, which deserves our attention. What is the current situation of household food waste in China and what factors will affect household food waste in China are worth considering. From the perspective of food conversion, the food waste rate in this paper is defined as the proportion of family food consumption that is not normally converted to body mass index of family members. This paper uses data from China nutrition and health survey (CHNS) and applies stochastic frontier model to estimate household food waste rate from the perspective of food conversion and discusses the impact of heterogeneous family characteristics (such as household size, household structure, household income, storage condition, regional factors, the characteristics of the head of the household and the characteristics of the main female member) on food waste. The result shows that: the average household food waste rate is about 11.28%; such a family is likely to waste more, which has a small size, more children or the elderly, a higher per capita annual income, less-educated head of household, female with higher-education or have jobs, a bad grasp of dietary knowledge, and the family lives in Southern China. Therefore, it is of great importance to encourage the production of small packaging food and small cooking utensils, instruct household members to purchase food according to the actual needs, strengthen the efforts of the government, and raise the awareness of school children and their parents about food security so as to reduce food waste.

Keywords: food waste; stochastic frontier analysis; CHNS