

# 中国反食物浪费监测与评估体系建设

吴良, 张丹, 成升魁

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:**《中华人民共和国反食品浪费法》的颁布与实施, 标志着中国的食物浪费从理论研究转向实践应用。为了推动食物浪费的减量, 亟需构建覆盖全国的、系统性的监测和评估体系并实现食物浪费的定量监测与评估。本文面向《中华人民共和国反食品浪费法》实施过程政府及社会中各界的主要关切, 通过系统梳理国内外食物浪费的相关研究, 辨析了食物浪费的定义及主要演变, 论述了全球食物浪费监测与评估情况。在此基础上, 本文重点分析了中国食物浪费监测与评估进展, 提出了通过餐厨垃圾, 将食物浪费从传统概念向广义概念延伸的理念, 并提出了适合中国国情的反食品浪费监测与评估指标。本文旨在为中国相关政府部门开展食物浪费的监测和评估提供科学参考, 从而为全球可持续发展目标 12.3 的实现提供借鉴。

**关键词:** 食物浪费; 监测与评估指标; 《中华人民共和国反食品浪费法》; 可持续发展目标 (SDGs)

食物浪费 (食品的定义和内涵取自《中华人民共和国反食品浪费法》, 包括各种供人食用或者饮用的食物, 食物浪费和食品浪费在本文中的含义等同) 是应对全球饥饿和粮食安全问题的重要挑战。据联合国环境规划署 (UNEP) 估算, 全球食物浪费量高达 9.31 亿 t/年, 占到可供消费者食用食物总量的 17%<sup>[1]</sup>。受历史传统、饮食文化及经济水平提高等方面的影响, 中国近些年来的食物浪费形势较为严峻。根据 2015 年城市餐饮人数和人均食物浪费量推算, 中国每年仅城市餐饮行业餐桌食物浪费就高达 1700 万~1800 万 t (以熟食计), 相当于 3000 万~5000 万人口一年的食物食用量<sup>[2]</sup>。食物浪费一方面造成大量资源能源的无效消耗, 加重农业生产系统的负担, 威胁各地区的粮食安全; 另一方面也增加了城市废弃物管理的压力, 导致疾病、防疫、卫生管控等方面问题, 并显著增加温室气体排放, 影响“碳达峰”和“碳中和”目标实现。此外, 食物浪费还可能凸显不同群体之间的经济差距, 从而加剧社会矛盾。

习近平总书记近年来多次批示, 要求厉行节约、反对浪费, 强调要建立长效机制, 坚决制止餐饮食物浪费行为。法制化遏制食物浪费的序幕就此揭开。2021 年 4 月 29 日, 《中华人民共和国反食品浪费法》 (以下简称《反食品浪费法》) 在第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议获得通过并立即开始实施, 使得中国成为继法国、意大利、德国和日本等国之后, 全世界最先为反食物浪费立法的国家或地区之一。随后, 中共中央办公厅、国务院办公厅和国家发改委等部门也陆续发布政策措施文件, 对粮食生产、储存、运输、加工、消费全链条节约减损工作进行整体部署。《反食品浪费法》及

收稿日期: 2022-02-14; 修订日期: 2022-06-17

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41601602)

作者简介: 吴良 (1984-), 男, 湖南临湘人, 博士, 副研究员, 硕士生导师, 主要从事粮食安全与可持续食物消费研究。E-mail: wuliang@igsnrr.ac.cn

后续政策措施的陆续颁布,不仅标志着中国基本建立了制止食物浪费的法制框架并进入依法治理食物浪费的阶段,也标志着中国食物浪费研究正式从理论研究走向实践应用,对中国的粮食安全保障、生态文明建设和“碳中和”与“碳达峰”战略目标实现都有重要意义。

随着反食品浪费工作的逐步推进,各相关部门逐渐意识到,食物浪费监测和评估是了解食物浪费现状及其影响,从而进行干预和管控的最直接依据和手段,亟需尽快推进落实。然而,当前中国仍然没有开展基于统一方法体系的全国或者区域层面的食物浪费监测和评估,也缺乏可以面向全国范围的食物浪费监测与评估的技术标准、方法体系或实施方案,导致相关机构和部门无从着手。这主要是因为:一方面,食物浪费看似简单,却包含了食物流通的多个环节和食物消费的多个主体,而且其发生地点极为分散、表现形式多样、形成因素复杂、判断标准不一,加上随机因素较多,导致监测较为困难<sup>[3]</sup>;另一方面,中国政府相关部门开展全国监测与评估的系统性知识储备和能力仍然不足。

因此,面向《反食品浪费法》的落地实施,构建科学可靠、经济快捷和常态运行的全国反食物浪费监测评估体系非常必要而且较为迫切。基于此,本文通过梳理国内外食物浪费定量研究进展,厘清食物浪费的定义与内涵,并结合《反食品浪费法》相关条款,剖析中国现阶段反食品浪费监测和评估体系的构建思路及其主要指标,从而为中国反食品浪费监测评估和后续研究提供科学支撑与借鉴。

## 1 全球食品浪费监测与评估进展

### 1.1 食物浪费的定义演化

明确食物浪费的定义与内涵,是开展食物浪费研究的前提。然而,截至目前,各界对食物浪费的定义与内涵还未达成共识,而且受研究手段、统计方法和人们观念的影响,食物浪费的概念与内涵仍在发生变化。即便定义相同,针对不同环节或者不同对象的内涵也可能存在较大的差异。从已有研究来看,不同定义的区别主要在于食物浪费的生产方式、内容、终端用途,等等<sup>[4]</sup>。

从1940s至今,联合国粮食及农业组织(FAO)、欧盟、美国环境署和农业部,以及世界资源研究所等相关机构都曾提出过食物浪费的定义。作为全球食物损失与浪费领域的重要政府性机构,FAO 2011年的报告将食物损失定义为在食物链的生产、收获和加工阶段发生的导致食物供人食用部分数量降低的过程,并将供应链末端消费阶段的食物损失定义为食物浪费,即食物浪费是食物损失的一部分,二者统称为食物损失和浪费(Food loss and waste, FLW)<sup>[5]</sup>。将食物损失和浪费合并分析主要是因为二者的边界并不完全清晰<sup>[6]</sup>。从表现形式上看,损失和浪费虽然都意味着食物离开了供应链环节,而且均代表着农业资源的损失和食物利用效率的降低<sup>[7]</sup>,但分开分析会导致工作量极大增加而且容易混淆;反之,合并分析就可以在一定程度上忽略中间过程,降低数据获取难度并提高分析准确性<sup>[8]</sup>。2013年FAO的《食物足迹》报告与2011年报告所用的定义接近,并特别强调,食物浪费包含因食物变质、市场供应或者个人习惯等情况导致的食物被丢弃的情况<sup>[9]</sup>。FAO同时也定义了食物损耗(Food wastage),认为食物损耗就是食物损失和浪费的总和<sup>[9]</sup>。世界资源研究所联合多个机构,于2016年发布首份食物损失和浪费核算与汇报标准(FLW standard)及实施方案(FLW protocol),提出了开展食物损失和食物浪

费调查统计时应遵循的步骤以及满足的要求,成为近些年多个国家和机构开展定量工作的重要参考<sup>[10]</sup>。

随着进一步研究和理解的深入,食物损失和浪费又逐渐开始分开。Thyberg等<sup>[4]</sup>梳理了20世纪以来直到2015年的相关文献资料,并从驱动因素、环节等方面将食物损失和食物浪费的关系进行了详细的区分,认为食物损失主要是由于基础设施限制引起的在生产、产后和加工过程中的可食用部分食物量的降低;而食物浪费则是由于人和商业决策导致的、在零售和消费环节产生的原本供人食用的食物量的降低。2018年,FAO发布《全球食物损失指数》研究报告,对食物损失的概念、系统边界和研究方法等进行了科学的界定<sup>[11]</sup>。2019年,FAO的《全球粮食和农业发展报告》将食物损失的定义限定为从产后到流通的全部环节,而将食物浪费限定在零售和消费环节(图1)<sup>[12]</sup>。随后,UNEP于2021年4月发布全球首份《食物浪费指数研究报告2021》<sup>[1]</sup>。根据这两份报告,FAO和UNEP将基于各个国家的监测、评估和相关研究,每两年分别发布一次全球及区域食物损失和浪费指数情况报告,最终形成国家—区域—全球层面的评估框架。

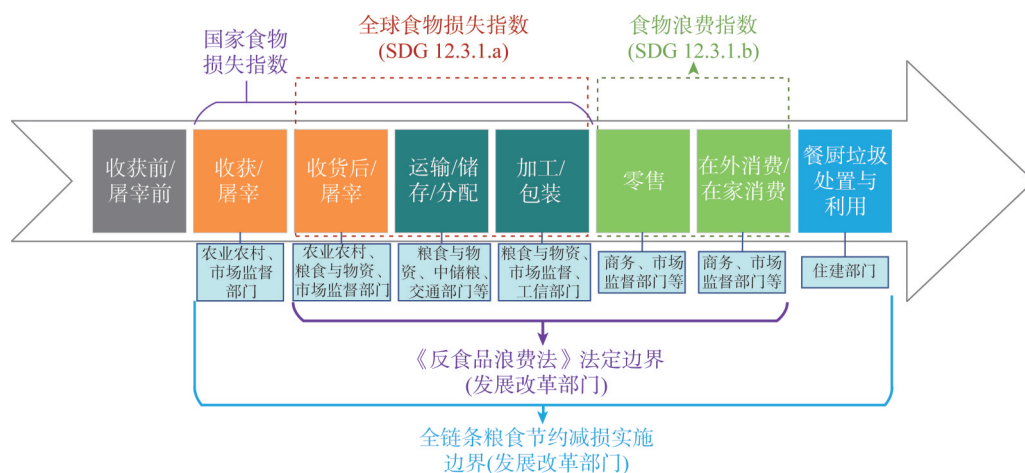


图1 食物损失指数和食物浪费指数的边界划分示意图 (修改自FAO 2019年报告<sup>[12]</sup>)

Fig. 1 Schematic diagram of the boundaries between food loss index and food waste index (Modified from FAO 2019 Report<sup>[12]</sup>)

在中国颁布的《反食品浪费法》中,食品浪费指对可安全食用或者饮用的食品未能按照其功能目的合理利用,包括废弃、因不合理利用导致食品数量减少或者质量下降等。在具体实施上,包含了食物从产后到消费的全过程,从收获、存储、运输到加工、零售和消费等,实际上是涵盖了食物损失和食物浪费的全部范围(图1)。

## 1.2 全球食物浪费监测与评估进展

从FAO 2011年发布首份全球食物浪费评估报告后,全世界关于食物浪费的研究一直在持续增加<sup>[1,5,13,14]</sup>。根据UNEP整理的全球食物浪费定量研究情况,截至目前,全球约有近百份与国家层面食物浪费定量相关的研究,覆盖约50多个国家,且多数都位于发达国家或地区<sup>[1]</sup>。这其中多数都是学术研究工作,或者仅仅聚焦于家庭消费、零售或者餐饮行业的某个领域,而且每个研究的数据和样本并不多,不能较好反映国家层面相关领域的情况。从UNEP梳理出的155个食物浪费数据点来看,国家层面的评估有89个,其中家庭水平的38个,餐饮行业的24个,零售行业的27个。从研究方法来看,这89个数据点中,



采用直接定量方法的相关研究约占一半(42个),另外超过三分之一的研究(约32个)都是采用文献综述的方法<sup>[1]</sup>。通过比较发现,称重法依然是学者采用的最普遍的可以直接获得定量数据的方法,此外,记录法、结构性访谈、核算法、模拟法和文献综述法等方法也被经常采用或者与称重法配合使用。

一些国家层面的食物浪费监测与评估工作已经逐步开展起来。全球诸多发达国家陆续公布了各自的食物浪费评估结果,而发展中国家中仅有印度、南非等新兴大国政府开展了部分工作,而且总体还以探索研究为主<sup>[1]</sup>。根据UNEP的统计,同时包含家庭、餐饮和零售这三个环节食物浪费定量估算的国家仅有澳大利亚、丹麦、法国、德国、以色列、日本、卢森堡、斯洛文尼亚、瑞典、英国和美国等国<sup>[1]</sup>。由此可见,以欧洲为主的发达国家走在了全国性食物浪费定量评估的前列,而且有较为系统的顶层设计。以澳大利亚为例,2017年,澳大利亚政府公布了“国家食物浪费战略”,提出要构建食物浪费的数据收集体系;随后,2019年,政府公布了《国家食物浪费基线评估报告》<sup>①</sup>,该报告基于利益相关方提供的数据或参数,对全国从产后到消费的食物浪费进行了初步评估,其结果也表明澳大利亚仍然没有可以监控食物浪费的官方体系;2020年,澳大利亚政府授权其食物与农业商业发展机构(FIAL)发布《2030年澳大利亚食物浪费量减半路线图》<sup>②</sup>和《国家食物浪费战略可行性研究报告》,并定期对全国的进展进行评估<sup>③</sup>。

在联合国(UN)层面,2021年以来,UNEP对曼谷(泰国)、贝尔格莱德(塞尔维亚)、多哈(卡塔尔)、波哥大(哥伦比亚)、坎帕拉(乌干达)等城市开展案例分析,研究各个城市食物浪费的数据和调研情况。通过对这几个案例城市的分析,发现当前消费者食物浪费的数据缺口仍然较大,给评估工作造成很大阻碍<sup>[15]</sup>。UNEP也呼吁各国政府进一步加强对国家食物浪费监测和评估体系的建设。

从数据来看,FAO数据库(FAOSTAT)中包含了各类食物的损失数据。FAO通过文献综述和资料搜集,构建了一个包含全球124个国家120多类食物不同食物链阶段损失率的数据集<sup>④</sup>。此外,UNEP的《食物浪费报告》中还包含全球各国共155个食物浪费的数据点组成的数据集<sup>⑤</sup>。美国生态环境局则基于调查资料,建立了一个剩余食物量及综合利用的地图网站<sup>⑥</sup>,能够在一定程度上反映美国各地食物浪费及利用情况。

### 1.3 联合国可持续发展目标的评估任务

联合国于2015年提出可持续发展目标(SDG),其中第12.3目标提出要减少食物损失和浪费,并要求到2030年全球人均食物损失与浪费量减半。2017年之后,联合国及下属机构开始对SDG的各项目标进行细化,考虑到食物损失和食物浪费之间的界限逐渐清晰,因此将12.3子目标调整为:到2030年,将零售和消费环节的全球人均食物浪费减半,并减少生产和供应环节的粮食损失。食物损失和浪费的监测与评估工作由此分为两个指标,即食物损失指数(Food loss index,编号12.3.1.a)和食物浪费指数(Food

① 参考: <http://www.environment.gov.au/system/files/pages/25e36a8c-3a9c-487c-a9cb-66ec15ba61d0/files/national-food-waste-baseline-final-assessment.pdf>.

② 参考: <https://www.awe.gov.au/environment/protection/waste/publications/roadmap-reducing-food-waste>.

③ 参考: <https://www.fial.com.au/sharing-knowledge/food-waste>.

④ FAO Food Loss and Waste Database网址: <https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/>.

⑤ UNEP全球食物浪费指数数据集: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35355/FWD.xlsx>.

⑥ Excess Food Opportunities Map网址: <https://geopub.epa.gov/ExcessFoodMap/>.

waste index, 编号 12.3.1.b), 分别由 FAO 和 UNEP 负责统筹与发布。

为了满足 SDG 对全球各国食物浪费评估的需求, UNEP 提出了在全球、国家和国内三个层次开展监测与评估的基本方法及流程<sup>[1]</sup>。针对全球各国数据分布不均衡的问题, UNEP 提出了三个水平 (Level 1~3) 的数据收集与研究方法和分析建议, 包括模型 (Level 1)、直接测量 (Level 2) 和额外信息分析与对策 (Level 3)。UNEP 的食物浪费指数主要涵盖以下三个部分, 即: 家庭、餐饮和零售, 不同部分所适用的方法也有一定的差别, 而且 UNEP 也提出, 各国并不需要同步、每年或者每两年对每一个部分都进行监测或定量, 而只需要每 4 年完成一次测量即可<sup>[1]</sup>。

## 2 中国食物浪费监测与评估进展

### 2.1 中国食物浪费定量研究进展

在中国, 现有食物浪费中有关定量的研究主要分布于北京、上海、成都、拉萨和深圳等大城市。从 2012 年开始, 中国科学院地理科学与资源研究所成升魁研究员团队先后在北京、上海、成都和拉萨开展了大规模的城市餐饮业食物浪费调研<sup>[16,17]</sup>, 随后又在山东开展了乡村居民家庭调研<sup>[18]</sup>, 在河南郑州开展了城市居民家庭调查<sup>[19]</sup>, 等等。国内其他研究团队也开展了一些基于全国或者个别城市家庭代谢的研究, 例如, 用称重法将食物浪费和家庭固体废弃物进行区分<sup>[20-22]</sup>, 城市餐饮业实地调研和称重<sup>[17]</sup>, 针对学校食堂等特殊就餐形式或者人群开展研究<sup>[23]</sup>, 以及针对城市外卖的食物浪费<sup>[24]</sup>等。特别是, Li 等<sup>[25]</sup>基于 PRISMA 文献分析法, 梳理了截至 2020 年 7 月的国内外共 57 篇文献, 总结了近十多年来国内外对中国食物浪费的研究并剖析了中国近些年食物浪费定量的研究进展及主要问题。

除了称重法, 还有记账法、体积法、垃圾收集法等非称重的直接定量和间接定量研究, 比如 Song 等<sup>[26]</sup>利用中国健康营养调查的数据集, 分析了 2004 年、2006 年和 2009 年家庭食物浪费及其环境代价。Xue 等<sup>[13]</sup>基于文献分析法, 分析了当前全球食物浪费定量研究的总体情况, 并对农场、在外就餐以及各个环节的食物浪费量进行了汇总。此外, Xue 等<sup>[27]</sup>还利用物质流分析方法 (MFA), 得到中国 2014—2018 年食物损失和浪费量的估计。不同的研究, 由于时间、地点、供餐和就餐类型不同, 浪费量和浪费率的结果也呈现一定差异, 目前也很难从现有研究中梳理出中国食物浪费的定量监测方案、时空特征及形成机制<sup>[25]</sup>。从方法来看, 称重法仍然是当前开展食物浪费定量的首要可靠方法; 间接定量研究在时间和人力上的花费较小, 而且对各类研究目标的适应性比较强, 但缺点也很突出, 比如研究结果受方法和各类驱动因子的影响较大, 存在较大的不确定性, 等等<sup>[20]</sup>。因此, 有必要综合运用称重法和各类间接方法, 作为全国范围食物浪费监测评估的主要手段。

从以上分析来看, 目前中国食物浪费定量方面的研究已经大体覆盖了餐饮行业、居民家庭等方面, 但样本数小、覆盖区域小, 而且也很少覆盖零售行业。从方法上来看, 与全球研究结果相似, 称重法是当前广为认可的主要定量方法, 但更大区域的评估工作往往需要结合其他的间接研究方法才能实现。

### 2.2 《反食品浪费法》要求的任务

由于食物浪费发生在食物供应链的各个阶段, 因此反食物浪费监测和评估也应掌握食物供应链各个阶段食物浪费的基本情况, 从而进一步了解食物浪费的现状以及反食物

浪费的成效。根据《反食品浪费法》，共有6项条款同监测和评估有关，但实际上食物浪费监测和评估相关的条款只有四条（第四条、第五条、第十八条和第十九条），其中：包含监测的条款基本只涉及两条（第四条和第二十五条），包含评估的条款则主要涉及四条（第四条、第五条、第十八条和第十九条）；而涉及到向社会公开反食品浪费情况的仅有一条（第五条）（表1）。

表1 《反食品浪费法》明确由政府部门的开展监测与评估的内容

Table 1 The contents of monitoring and evaluation signed to government departments according to the Anti-food Waste Law of China						
部门与机构	与食品浪费监测和评估有关的权责	对象或范围	食品浪费监测内容	食品浪费评估内容	评估周期	范围
各级人民政府	加强对反食品浪费工作的领导，确定反食品浪费目标任务，建立健全反食品浪费工作机制，组织对食品浪费情况进行监测、调查、分析和评估，加强监督管理，推进反食品浪费工作（第四条）	食品供应链	食品浪费情况	食品浪费情况	—	各县（市、区）
国务院发展改革部门	加强对全国反食品浪费工作的组织协调；会同国务院有关部门每年分析评估食品浪费情况，整体部署反食品浪费工作，提出相关工作措施和意见，由各有关部门落实（第五条）	全国食品供应链	—	食品浪费情况	每年	全国
国务院商务主管部门	加强对餐饮行业的管理，建立健全行业标准、服务规范；会同国务院市场监督管理部门等建立餐饮行业反食品浪费制度规范，采取措施鼓励餐饮服务经营者提供分餐服务、向社会公开其反食品浪费情况	全国餐饮行业	反食品浪费情况	反食品浪费情况	—	全国
机关事务管理部门	会同有关部门建立机关食堂反食品浪费工作成效评估和通报制度，将反食品浪费纳入公共机构节约能源资源考核和节约型机关创建活动内容（第十八条）	机关食堂	—	反食品浪费工作成效	—	机关食堂
食品、餐饮行业协会	开展食品浪费监测，加强分析评估，每年向社会公布有关反食品浪费情况及监测评估结果，为国家机关制定法律、法规、政策、标准和开展有关问题研究提供支持，接受社会监督（第十九条）	餐饮机构	食品浪费情况	食品浪费情况	每年	餐饮行业

注：“—”表示未明确。

从部门分工来看,《反食品浪费法》第五条明确了参与的主要政府部门及职责,主要涉及五方面内容,即:要求国务院发展改革部门加强组织协调,并整体部署全国食品浪费情况;要求商务主管部门加强餐饮行业的管理,会同市场监管部门建立相应制度规范,并向社会公布反食品浪费情况;要求市场监督管理部门加强监督执法;要求粮食与物资储备部门加强节粮减损工作,等等。此外,第十八条还要求机关事务管理部门开展成效评估,第十九条要求行业协会开展食物浪费监测与评估工作等(表1)。

2.3 中国反食品浪费监测评估的目标

从国内外反食品浪费工作进展和《反食品浪费法》的条款可以看出,现阶段中国开展反食品浪费监测与评估的主要目标有四个:一是全面掌握全国各地食品浪费情况。由

于县政府及相关部门是《反食品浪费法》实施的基本单元，因此，通过在县级层面开展监测和评估，就可以了解各县、市、省及全国四个层级的食物浪费的规模、格局和特征；二是了解各地浪费的主要影响因素，并通过有针对性的减量措施和政策，为食物浪费减量提供决策和政策支持；三是通过监测和评估工作，切实推动民众和餐饮机构节约食物，遏制浪费，实现食品浪费源头减量；四是为SDG对中国的评估提供基础数据，避免因基础数据不足造成评估偏差。为了实现这些目标，需要相关部门制定切实可行的方案，采用科学合理的指标体系，对餐饮机构及消费者进行监测和评估。

## 2.4 中国的食物浪费监测与评估进展

《反食品浪费法》颁布之后，各部门各地区都着手开展相应的工作。2021年5月，国家发展改革委办公厅印发《全链条粮食节约减损工作方案》，对粮食生产、储存、运输、加工、消费全链条节约减损工作进行整体部署，提出构建从田头到餐桌的全链条粮食节约减损管理体系，并部署了包括坚决制止粮食浪费在内的八个方面共40条具体工作任务。2021年10月24日，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》，明确将大力推进生活垃圾减量化、资源化和坚决制止餐饮浪费行为纳入行动方案，并提出到2030年，城市生活垃圾分类实现全覆盖，生活垃圾资源化利用比例提升至65%。2021年10月31日，中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《粮食节约行动方案》，要求到2025年，粮食全产业链各环节节粮减损举措更加硬化实化细化，推动节粮减损取得更加明显的成效，节粮减损制度体系、标准体系和监测体系基本建立，常态长效治理机制基本健全。2021年11月，国家发展改革委联合商务部、市场监管总局、粮食和物资储备局，共同印发了《反食品浪费工作方案》，围绕推进粮食节约减损、遏制餐饮行业食品浪费、加强公共机构餐饮节约、促进食品合理利用等方面，进一步将各部门职责进行了明确。这些都为食物浪费监测和评估提供了明确的政策支持与实施保障。

《反食品浪费法》及相关制度性文件颁布实施后，虽然全国性的定量监测和评估目前仍然没有实施，但有一些环节或者地区的定量工作已经在逐步开展，例如，国家发改委、商务部和国家机关事务管理局等部门已经行动起来，积极构建各自领域全国的监测和评估体系；农业农村部办公厅和国家发展改革委办公厅于2022年6月初印发《2022年主粮作物机收损失监测调查方案》，旨在对收获环节的机收损失开展全国范围的监测和调查<sup>⑦</sup>；北京市率先在各省级行政区之前，于2022年4月完成《北京市食品浪费监测、调查、统计工作》公开比选，并计划于年内完成北京市关键环节和重点场所食品浪费调查及评估工作<sup>⑧</sup>。在国家发改委的积极推动下，各省、直辖市和自治区以及各个食物浪费相关部门都积极行动起来，加快食物浪费监测与定量相关工作落实。这些工作将成为中国各级政府近些年反食品浪费监测与评估的主要工作内容（图1）。

## 3 食物浪费定量：从传统到广义概念的拓展

### 3.1 食物浪费的结构

虽然《反食品浪费法》的食物浪费定义是明确的，但不同环节和行业对食物浪费的内涵与范围有可能是不一样的。为了实现食物浪费量的监测与评估，需要区别处理，也

⑦ 参考：[http://www.moa.gov.cn/govpublic/NYJXHGLS/202206/t20220602\\_6401327.htm](http://www.moa.gov.cn/govpublic/NYJXHGLS/202206/t20220602_6401327.htm).

⑧ 参考：[http://fgw.beijing.gov.cn/fzggzl/cgsxgk/zbjg/202204/t20220408\\_2670201.htm](http://fgw.beijing.gov.cn/fzggzl/cgsxgk/zbjg/202204/t20220408_2670201.htm).



需要充分利用现有的基础设施和条件,设计出合理的食物浪费监测与评估体系。

根据食物供应时能否被人食用这个属性,食物大体可以分为可食用(edible part)和不可食用(inedible part)<sup>[23,28]</sup>两部分[也有研究采用可避免浪费(avoidable waste/left-over)和不可避免浪费(unavoidable waste/leftover)<sup>[29,30]</sup>这样的划分方法]。随着食物消费行为的发生,不可食用部分的量通常不会发生变化,而可食用部分则往往由于供餐主体或者消费主体的行为、决策而产生不同的走向,包括食用、未食用以及再分配等,其中,食用和再分配(剩菜)部分基本上已经被利用了,而未食用部分则往往同不可食用部分一起成为食物丢弃物(图2)。换句话说,供应食物中的可食用部分,经过消费这个环节,大致有了3种不同的归属,包括:被消费者食用、剩余食物再分配以及未食用部分(被丢弃)。如果食物完全被消费,则不存在食物被丢弃的情况,即未食用+再分配部分的量接近于0。

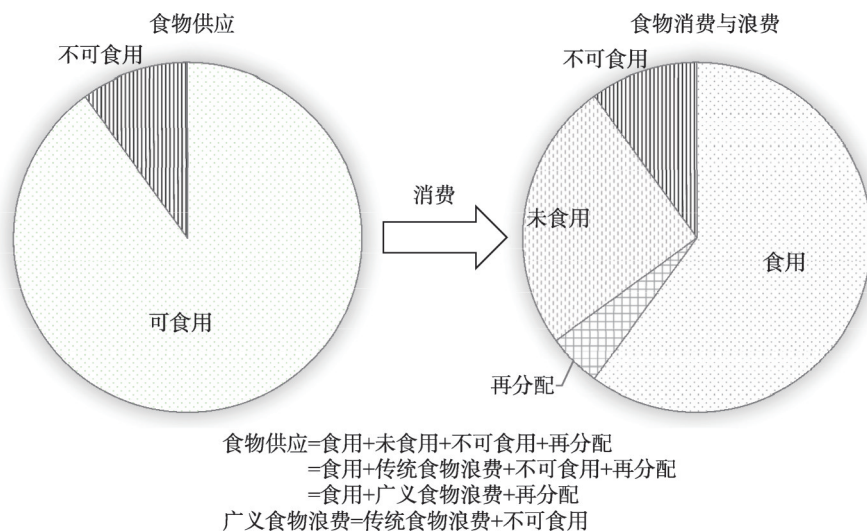


图2 食物供应和消费过程中各部分的相关关系示意图

Fig. 2 The relative relationship between different parts of the food supply and consumption process

在现有的多数研究中,食物浪费量都没有包括不可食用部分,如Thyberga等<sup>[4]</sup>、Qian等<sup>[23]</sup>认为食物浪费应该是指人们丢弃食物中的可食用部分,强调丢弃食物的主观行为或喜好,而不考虑不可食用部分的量,也不考虑后厨及其他环节的量。实际上,丢弃不可食用部分通常并非消费者、餐饮经营者或食物供应者的主观意愿引起的,把这部分加到食物浪费里面去很可能导致对食物浪费量的估计偏高。因而,这种仅仅包含可食用部分的食物浪费量严格来说是指“消费者可食用部分食物浪费量”<sup>[31]</sup>,而不能代表餐饮行业的食物浪费量。

然而,以UNEP为代表的机构和一些学者开始持不同想法。比如UNEP的报告就认为有必要将不可食用部分和可食用部分一起作为食物浪费。这是因为虽然人们可以将食物简单分为可食用与不可食用,但完全分开是不现实的。而且,由于不同饮食文化的差异,不同人群对于可食用/不可食用部分的划分,也存在较大差异,即便对于同一类食物,比如辣椒、芹菜、肥肉等,人们通常会将其划分为可食用,但也有人认为其不可食用。这种差异会导致可食用/不可食用之间划分的误差,从而影响评估结果。除此之外,



不可食用部分是农业生产和食品供应的组成部分，与可食用部分一样消耗农业资源，比如，猪排骨中的骨头虽然属于不可食用部分，但从生产到消费，一直是与猪肉共存的，在猪生长、猪肉加工和供餐之前都很难与肉完全分隔，丢弃不可食用的骨头部分同时也意味着消耗资源并产生环境效应。为了整合那些不包括不可食用部分的研究结果，UNEP采用不可食用部分占比系数（Inedible fraction），将不可食用部分换算到食物浪费量里面，从而计算食物浪费指数。而且，UNEP还根据现有研究的梳理，计算得到分别针对零售、餐饮和家庭的、可以全球通用的占比系数值<sup>[1]</sup>。

### 3.2 从传统的食物浪费到广义的食物浪费

为了更准确地进行定义和定量，并且有效弥合不同研究之间的分歧，本文建议将传统的食物浪费的概念进行适当的拓展，形成广义的食物浪费概念，从而利用这二者之间的联系，进行定量监测和评估。传统的食物浪费定义面向消费者，主要包含可食用部分丢弃量，可以被称为消费者食物浪费<sup>[31]</sup>；广义的食物浪费则包含了可食用和不可食用部分丢弃量之和，这部分通常指的是餐厨垃圾量。

由于传统的食物浪费定量耗时费力，并存在分类争议，且中国城市地区已经开始垃圾分类投放和回收定量，使得获取各地餐厨垃圾量成为可能。因此，可以利用广义的食物浪费的概念，即各消费部门的餐厨垃圾量，作为基础数据进行监测和评估；传统的食物浪费量则可以通过不可食用部分占比系数进行换算。占比系数可以采用抽样调查和直接称重的方法确定。利用这种广义和传统概念相结合的方式，选择合适的指标，就可以实现以较小的代价在全国开展反食品浪费监测和评估。

## 4 反食物浪费监测与评估指标选取与计算

指标是监测与评估的关键。在指标的选择上，除了要能科学可靠反映出食物浪费的规模和时空特征，还应简便易行、经济高效，不给政府部门、餐饮机构和消费者造成过多负担；不仅需要考虑到不同的消费类型或地域饮食文化特征，还需具有一定的兼容性。联合国SDG目前采用了两个食物浪费定量指标，即食物浪费量（t）和人均食物浪费量（kg）<sup>[1]</sup>，并建立了国家—区域—全球的三级评估框架。本文在以上两个指标的基础上，建议增加食物浪费强度、食物损失率和反食物浪费成效3个指标，从而从不同侧面反映出食物浪费的规模及影响，并增强对于餐饮机构、零售行业、学校、机关食堂和居民家庭等消费部门的浪费情况、地方政府的成效以及食物流通等环节浪费情况的认知。5个指标的定义和内涵如下：

### 4.1 食物浪费量

食物浪费量是对同一对象的食物浪费进行监测和评估的主要指标。通过食物浪费量的变化，可以监测该机构、行业和地区反食品浪费的成效，并做出及时的应对。考虑到广义的食物浪费量同餐厨垃圾之间的关联关系，建议选择广义的食物浪费量（ $W_a$ ，kg或t）进行监测与评估。假设某一个餐饮机构或者某一个地区食物浪费中不可食用部分的比例（ $R_i$ ）是相对固定的，那么通过以下方式就可以实现从传统的食物浪费量（ $W_e$ ，kg或t）到广义食物浪费量的转换：

$$W_a = \frac{W_e}{1 - R_i} \quad (1)$$

不过,现实情况是,中国城市餐厨垃圾的分类收集和储运还处于起步阶段,目前仅有少数城市实现了非居民餐厨垃圾计量试点,离全面监测评估还存在较大的差距,亟待进一步推进完善。

## 4.2 人均食物浪费量

作为全球食物浪费指数的重要参考,人均食物浪费量已成为国内外衡量和比较消费者食物浪费量的常用指标,例如 Silvennoinen 等<sup>[32]</sup>建议评估人均浪费量,具体监测内容包括加工和供应的食物量、厨房、餐厅和顾客浪费量以及顾客人数等。人均浪费产生量通常定义为每个消费者或者就餐人员每次或者某个时间段内产生的食物浪费量,用克每餐每人或千克每人每年来表示。这个指标可用于反映不同地域、饮食文化或者风俗习惯下,民众食物消费和浪费的基本情况。其基本的计算公式为:

$$pcw_a = W_a / n \quad (2)$$

式中:  $pcw_a$  表示人均(广义)浪费量(g或kg);  $n$  表示消费人数(人)。当  $pcw_a$  表示某地区每日人均浪费量时(g/人或kg/人),  $W_a$  是该地区平均每日的餐厨垃圾量(g或kg),  $n$  表示平均每日的消费者人数(人)。

## 4.3 食物浪费强度

食物浪费强度是指餐饮机构每单位餐费收入所产生的食物浪费。食物浪费强度指标在日本<sup>⑨</sup>和美国<sup>[33]</sup>的食物浪费监测评估中已经广泛采用。同碳排放强度类似,食物浪费强度可以衡量不同地域餐饮机构或者行业发展同食物浪费量之间的关系,因而可以作为不同地区或不同时期行业或者机构对比的通用指标。食物浪费强度( $WI_e$ )的计算公式如下:

$$WI_e = W_a / I \quad (3)$$

式中:  $I$  表示餐费收入(元)。如果  $WI_e$  表示的是一个地区的食物浪费强度时(kg/元),则  $W_a$  表示该地区平均每天的餐厨垃圾量(kg),  $I$  则表示该地区平均每日的餐费收入(元)。值得注意的是,食物浪费强度也可以作为中国“碳达峰”或者“碳中和”背景下,餐饮服务行业发展的重要约束性指标,从而推动食物浪费减量。因此,除了用餐费收入,还可以考虑用餐饮机构或者行业的用水量、用电量及用能量等资源消耗指标去衡量,并进行关联分析。

## 4.4 食物损失率

食物在储存、运输、加工等环节的损失与食物浪费往往很难区分,因此也很难进行统计。因此,建议用分环节、分品种、分地区食物损失率进行统一测算<sup>[34]</sup>。其计算依据是多次或者一定时期内因为食物流动或者变化,导致的食物损失的量占全部食物的比例。对于不同环节的食物损失率,一般采用多次试验或者测试的均值。食物损失率(LR)的计算公式如下:

$$LR = L / M \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $M$  表示多次或者一定时期内食物流动、加工或者处理的总量(t);  $L$  表示一定时期内食物流动、加工或者处理过程中损失的量(t)。

## 4.5 反食物浪费成效

《反食品浪费法》规定了机关事务管理部门和市场监督管理等部门开展各自辖区内餐

⑨ 参考: [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyunkan\\_sigen/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyunkan_sigen/index.html).

饮机构反食物浪费的成效评估或情况监督，并要求督促餐饮机构根据《反食品浪费法》，落实相关措施。比如，《反食品浪费法》第七条明确提出要从制度、消费提醒、供餐质量等方面对餐饮机构进行约束和要求。因此，可以依据《反食品浪费法》相关条款，制定相应指标体系，对餐饮机构进行定期评估，从而不断推进反食品浪费相关政策的落实。某地区反食物浪费成效（ $AE$ ）可以采用以下公式进行计算：

$$AE = Q/A \times 100\% \quad (5)$$

式中： $Q$ 表示符合《反食物浪费法》等相关法律法规要求的餐饮机构的数量（个）； $A$ 表示所有餐饮机构的数量（个）。如果通过抽样调查获取数据，则 $Q$ 可以表示在抽样过程中符合要求的餐饮机构的数量（个）， $A$ 表示所有抽样的餐饮机构的数量（个）。

## 5 结论与展望

食物浪费已经成为全球普遍的社会现象，并给世界各国的粮食安全和环境治理带来了较大的挑战。本文通过文献梳理与分析，分析了国内外食物浪费的概念演变以及定量监测与评估的相关研究进展，认为中国已经从食物浪费的定量研究进入实际应用的阶段，亟待进一步结合实际工作进行完善和提升。随后，本文依据《反食品浪费法》有关食品浪费监测和评估的相关条款，并结合SDG的相关部署和共识，分析了中国反食物浪费监测与评估的主要任务目标及监测和评估体系建设的主要进展，认为食物浪费监测与评估是了解食物浪费格局、减量成效，并提出针对性政策措施的有效途径。在此基础上，本文进一步梳理中国开展反食品浪费监测与评估可选的指标及其计算方法，从而为相关政府部门开展监测和评估提供科学参考，也为新阶段食物浪费定量应用研究提供借鉴。

尽管全社会已经就反食品浪费的重要性及其迫切性达成共识，但不论餐饮行业、零售业还是居民家庭，离实现SDGs提出的食物浪费减量一半的目标还有很长的路要走，同中国生态文明建设和“碳达峰”与“碳中和”的战略目标实现还有一定差距。中国食物浪费监测评估总体上处于从理论到实践的转换期，建议学界面向应用部门实际需要，积极开展食物浪费定量调查、监测和评估的相关研究，从概念内涵到目标体系、指标体系和方法技术等方面进行完善与探索；建议各地区、各部门根据研究成果，尽快建立合适的反食品浪费调查与评估方案，开展基线调研和动态评估工作。同时，建议充分利用中国全面推动垃圾分类减量工作的契机，在垃圾分类和餐厨垃圾资源化利用等工作的基础上，采用合理的监测指标体系和评估方法，实现餐饮、零售、消费等部门食物浪费的监测和评估全覆盖，从而确保《反食物浪费法》的顺利实施和联合国SDG的实现。

## 参考文献(References):

- [1] UNEP. Food waste index report 2021. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP), 2021.
- [2] 世界自然基金会. 中国城市餐饮食物浪费报告. 北京: 世界自然基金会. 2018. [WWF. China's food waste report for the urban catering industry. Beijing: World Wildlife Foundation (WWF). 2018.]
- [3] 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.]
- [4] 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.



- [5] FAO. Global food losses and food waste: Extent, causes and prevention. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2011.
- [6] GONZALEZ-SANTANA R A, BLES A J, FRIGOLA A, et al. Dimensions of household food waste focused on family and consumers. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2022, 62(9): 2342-2354.
- [7] CORRADO S, CALDEIRA C, ERIKSSON M, et al. Food waste accounting methodologies: Challenges, opportunities, and further advancements. *Global Food Security-Agriculture Policy Economics and Environment*, 2019, 20: 93-100.
- [8] XUE L, LIU G. Introduction to global food losses and food waste. In: GALANAKIS C M, Edited. *Saving Food: Production, Supply Chain, Food Waste and Food Consumption*: Academic Press, 2019: 1-31.
- [9] FAO. Food wastage footprint: Impacts on natural resources: Technical report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013.
- [10] WRI. Food loss and waste accounting and reporting standard (version 1.0). World Resources Institute, 2016.
- [11] FAO. SDG 12.3.1: Global Food Loss Index. Rome: Food and Agriculture Organization of the United States (FAO), 2018.
- [12] FAO. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019.
- [13] XUE L, LIU G, PARFITT J, et al. Missing food, missing data? A critical review of global food losses and food waste data. *Environmental Science & Technology*, 2017, 51(12): 6618-6633.
- [14] DOU Z X, TOTH J D. Global primary data on consumer food waste: Rate and characteristics: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 2021, 168: 105332, Doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105332.
- [15] UNEP DTU. Reducing consumer food waste using green and digital technologies. Copenhagen and Nairobi: UNEP DTU, 2022.
- [16] GAO L W, CHENG S K, CAO X C, et al. An overview of the resources and environmental issues from wasted food in urban catering across China. *Journal of Resources and Ecology*, 2013, 4(4): 337-343.
- [17] WANG L E, LIU G, LIU X J, et al. The weight of unfinished plate: A survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities. *Waste Management*, 2017, 66: 3-12.
- [18] 李云云, 王灵恩, 刘晓洁, 等. 基于入户跟踪调研的山东省农村居民家庭食物消费结构与特征研究. *自然资源学报*, 2018, 33(6): 978-991. [LI Y Y, WANG L E, LIU X J, et al. Structure and characteristics of food consumption of rural households in Shandong province based on household tracking survey. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(6): 978-991.]
- [19] ZHANG P P, ZHANG D, AND CHENG S K. The effect of consumer perception on food waste behavior of urban households in China. *Sustainability*, 2020, 12(14): 1-14.
- [20] ZHANG H, LIU G, XUE L, et al. Anaerobic digestion based waste-to-energy technologies can halve the climate impact of China's fast-growing food waste by 2040. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 277: 123490, Doi: 10.1016/j.jclepro.2020.123490.
- [21] GU B X, WANG H K, CHEN Z, et al. Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 2015, 98: 67-75.
- [22] QU X Y, LI Z W, XIE X Y, et al. Survey of composition and generation rate of household wastes in Beijing, China. *Waste Management*, 2009, 29(10): 2618-2624.
- [23] QIAN L, LI F, LIU H, et al. Rice vs. Wheat: Does staple food consumption pattern affect food waste in Chinese university canteens?. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, 176: 105902, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105902>.
- [24] ZHANG H, XUE L, JIANG Y, et al. Food delivery waste in Wuhan, China: Patterns, drivers, and implications. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, 177: 105960, Doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105960.
- [25] LI C, BREMER P, HARDER M K, et al. A systematic review of food loss and waste in China: Quantity, impacts and mediators. *Journal of Environmental Management*, 2022, 303: 114092, Doi: 10.1016/j.jenvman.2021.114092.
- [26] SONG G B, LI M J, SEMAKULA H M, et al. Food consumption and waste and the embedded carbon, water and ecological footprints of households in China. *Science of the Total Environment*, 2015, 529: 191-197.
- [27] XUE L, LIU X, LU S, et al. China's food loss and waste embodies increasing environmental impacts. *Nature Food*,

- 2021, 2(7): 519-528.
- [28] SINKKO T, CALDEIRA C, CORRADO S, et al. 11-Food consumption and wasted food. In: GALANAKIS C M, Edited. *Saving Food*, London: Academic Press, 2019: 315-346.
- [29] GARCIA-HERRERO I, HOEHN D, MARGALLO M, et al. On the estimation of potential food waste reduction to support sustainable production and consumption policies. *Food Policy*, 2018, 80: 24-38.
- [30] PAPARGYROPOULOU E, LOZANO R, K. STEINBERGER J, et al. The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 76: 106-115.
- [31] HARVEY J, NICA-AVRAM G, SMITH M, et al. Mapping the landscape of consumer food waste. *Appetite*, 2022, 168: 105702, Doi: 10.1016/j.appet.2021.105702.
- [32] SILVENNOINEN K, NISONEN S, PIETILAINEN O. Food waste case study and monitoring developing in finnish food services. *Waste Management*, 2019, 97: 97-104.
- [33] EPA. *Wasted Food Report: Estimates of generation and management of wasted food in the United States in 2018*. Washington D.C.: Environmental Protection Agency of the United State (US EPA), 2020.
- [34] 赵霞. 中国粮食产后损失研究. 北京: 中国农业出版社, 2021. [ZHAO X. *Post Harvest Grain Losses in China*. Beijing: China Agriculture Press, 2021.]

## A analysis for establishing an anti-food waste monitoring and evaluation system for China

WU Liang, ZHANG Dan, CHENG Sheng-kui

(Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

**Abstract:** The enforcement of the Anti-food Waste Law of the People's Republic of China indicates that the resolution to food waste has transformed from scientific study to application. In order to quantify the amount of food thrown away and to promote waste reduction, a comprehensive and systematic national food waste monitoring and evaluation system is therefore needed to be in position. Facing some major issues raised during the implementation of the Law, this paper reviewed previous studies and literatures, identified the major definitions and scopes, and reviewed current research progress about food waste quantification, monitoring and evaluation by the global community. Based on these, the current working progress toward food waste monitoring and evaluation in China was analyzed, the concept extension of traditional to general food waste was proposed, and potential indicators for monitoring were suggested for consideration. The study could offer scientific supports for government departments concerned, lay a foundation for food waste quantification studies in a new stage, as well as provide references for the global community to achieve the 12.3 target of the sustainable development goals.

**Keywords:** food waste; monitoring and evaluation; the Anti-food Waste Law of the People's Republic of China; sustainable development goals (SDGs)