



粮农组织/世卫组织/非盟第一届国际食品安全会议 2019年2月12-13日，亚的斯亚贝巴

强化食品安全的创新分析方法与模型

Steven M. Musser, 美国食品药品监督管理局食品安全与应用营养中心

食品可能受到多种化学或细菌污染物污染，这种污染可能发生在分销链上的任何节点。为应对食品污染问题，监管部门、公共卫生官员以及食品行业必须不断投资开发新技术，采用创新方法快速准确地发现并描述这些危害。

保持食品安全质量标准的关键是要建立连贯一致、灵活适应的监督和监测系统。快速可靠的交通运输系统促成了食品供应网络全球化，食品进口量激增，区域分布更广。消费者的食品需求日趋多样，这些变化也带来了创新的农业和食品生产系统，很多食品的生产/种植都发生在从未有过此类经验的地区。

全球食品生产的这些变革也影响着食品质量和安全系统。食品加工和灌溉用水的供应和质量就是这种复杂变革的一个典型例子。新的做法可能也会带来其他新的、可能是未被识别的食品污染来源。当前的国家和全球食品安全监测系统必须投资、开发、验证、实施创新的分析解决方案，以便应对此类问题。反过来，这些分析解决方案又需要获取数据，在全球性开放数据库中共享监测和分析数据的需要高过以往任何时候。

1.0 快速排查技术

1.1 精简便携装置

便携装置可提供经济有效的方法，支持对管制商品开展快速排查，以便验证真伪，发现经济混淆品。该领域的进步包括：1) 红外及拉曼光谱学，运用科学和消费者营销工具，来评价容易出现标签错误的商品（如膳食补充物、橄榄油），或检测可能构成潜在经济混淆物的分析物/成分（如掺入奶粉）；2) 射线荧光分析，用来检测化妆品、香料以及烘焙用具中的重金属含量；3) 带有便携表的侧向层析检测仪，用来量化检测毒素（如贝类毒素）和药物残留（如牛奶中的抗生素）；4) 电子鼻与生物电阻抗分析仪，用来开展海产品分解分析；5) 改良便携砷检测仪，用于在实地检测稻米的无机砷含量。

1.2 非靶标质谱检测

研究人员正在开发适用于多种类型食品的新的 LC/质谱数据分析和处理流程。这方面最大的影响是建立针对各工作流程的特异性数据库（如农药），可在全球范围内共享和查询。这些新的数据库运用类似代谢物组学的工作流程，展示出不同食品的趋势、季节性和地域性差别以及相似之处。未来，我们可以运用预测算法减少污染，减轻运用这些数据的采样负担。

1.3 全基因组测序数据的全球获取

全基因组测序技术及由此产生的数据带来一场革命，传染病监测、污染食品/成分的跟踪以及发现食品生产设施中的滋生位点无不受到深远影响。认识到食品供应链的全球性质以及运用各种来源数据的重要性，美国食药局的基因组 Traker 网络与美国国立卫生研究院/国家生物技术信息中心合作，共同建立了致病菌检测数据库（<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pathogens/>），旨在更加准确地掌握全球食物和环境隔离种的多样性。目前，该数据库包含了 12 个国家实验室定期提交的全基因组测序数据，另外还有针对 22 种人类细菌致病菌的超过 300,000 个基因组的可查询/可下载信息与分析。该数据库可公开获取，为科学家、政府官员和食品生产者提供了检测食品系统中病原菌流行情况、潜在来源和分布情况的工具。

1.4 基于纳米技术的应用

科学家们正在探索价格经济、选择度高且非常可靠的食品安全检测手段。研究人员使用过分子印迹聚合物、适配子和量子点来吸附和检测食源性病原菌及其他毒素。目前已开发出利用霍乱抗体检测霍乱毒素的基于纳米材料的比色试验，以及针对微囊藻毒素和麸质的其他检测手段。针对具体问题开发具体检测手段的能力有助于各国降低食品检测的基础设施成本；然而，多路复用可能较为困难，不同食物基质的检测效果可能也不一样。

2.0 消费者与过程技术

2.1 消费者装置

近年来技术不断进步，主要是智能手机技术（如无线通讯、触屏显示、虚拟键盘、GPS 能力、快速处理器、指纹扫描以及高级摄像头），很多小型装置以便携式分析仪器和消费者使用工具的形式不断出现在商业市场上。此种装置可为全球食品安全和工业伙伴所用，支持改进食品、膳食补充剂以及药品的排查工作；但实施也面临很多挑战，包括要验证并掌握每种装置的检测能力和局限。另外，消费者工具由于面向非科学用户，架构简化进而弱化了分析能力，此外还使用云技术获取和分析数据，因此需要接受更多的评价。研究人员测试了几类装置（SMART、Nima 和 ScIO），以及麸质检测条带。这些装置都有些“效果”；但食品问题的复杂性对某些检测来说还是力有不逮。另外一个问题是检测程序的规范性，目前部分此类装置的价格仍然居高不下，限制了很多使用。

2.2 加工设施装置

食品行业使用的工具包括视觉检查设备，能够支持加工设施快速检测多种类型的异常情况，如检查是否把适当的标签贴到了适当的位置，确保瓶子没有破损，填充高度适当。这些视觉检查技术比起人工更加准确迅速，有利于降低成本，及早报告加工问题。这种模型包括持续不断的反身检测，通过不断增强的监控活动改进食品安全，这项策略会让上述所有技术都从中受益。

2.3 便携式实验室基础设施

分子硬件的足迹越来越小，但相关工作的运行足迹却并非如此。辅助设备，包括供电、冷链储藏、计算能力、稳定的工作台、生物危害废弃物处置策略以及其他物流，都是有效使用这种现代手持硬件的必要条件。分析工具行业已经开发出行李箱大小的完整实验室，这种便携实验室利用工作台设计提供了所有必要的运行设备，支持在实地快速运用先进基因组技术，并可以重复操作。

3.0 创新技术 – 大规模

3.1 宏基因组学

宏基因组学有潜力成为快速检测食品与环境样本中病原菌的转型性工具。这些方法适用多种病原菌，可同时排查多种混淆物。重要的菌株特性，如毒性因素、抗微生物药物耐药性以及血清型，也可在富集样本中检测出来，同步支持病原菌检测和基于培养物的病原菌修复。测序技术不依赖培养物，可在一个工作流程中鉴定出一个病原菌的多种分型，近期木瓜疫病暴发就是由沙门氏菌的多个血清型引起。这些方法可识别出食源性致病菌，以及可能影响食品质量（变质）和食品安全（污染）的指标微生物，在这些危害进入到食品供应链之前就让行业有所察觉。这些方法还可为追溯分析和暴发后监测活动提供参考。食品微生物群的研究也会影响我们膳食的质量和营养，有可能影响并改变人体胃肠道内的微生物群。

3.2 生物信息学与数据分析

若实现全球共享的信息（技术数据与元数据）数量足够，则前述技术产生数据的累积和直接比较就可以构成“大数据”。长期协调一致、标准化处理和验证需要仔细的规划与协调，这是推动全球顺畅共享数据的先决条件。全球性组织可建立相关机制，促进开展协调工作。数据库可以非常简单，可以仅是单个实验室对某项新技术的验证并直接分享结果，包括假阳性和假阴性结果，以及支持适用性决策的敏感性和特异性措施。但是，“大数据”分享的当前趋势是综合运用和分析来自多个数据库的汇总数据。这种方法就需要相关数字信息的数据共享，以及数据采集方法的协调一致，这样分析才能高效有效地开展。若实验室愿意将数据和方法都分享出来，就可以使用“大数据”放眼全球，掌握本地层面上无法识别的更大范围趋势。“大数据”共享可展现出全球旅行或贸易带来的共性格局，进而发现新出现的食品安全问题。“大数据”可支持分享评估和风险管理模型，帮助各个政府组织将最大的风险放在最优先等级考虑。