

重大课题介绍

十五国家重大科技专项“食品安全关键技术”

吴永宁¹ 周乃元² 陈君石¹

(1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050; 2. 中国生物技术发展中心,北京 100081)

摘 要:目的 切实保障我国消费者健康,维护我国食品进出口贸易安全。方法 以食品安全监控技术研究为突破口,进行检测技术和方法的研究;开展食品安全监测、预警与评价技术研究;进行食品安全控制技术研究;建立我国的食品安全标准与技术措施体系;开展综合示范与宏观战略研究,进行国际合作。结果 构建了共享的全国污染物监测网(含食源性疾病)、进出口食品安全监测与预警网;制(修)订国家标准 40 项、行业和地方标准 166 项,申请立项 385 项;牵头制定国际标准 2 项、已完成 1 项,参加制定国际标准 2 项;提出 595 个食品安全标准限量指标的建议值,58 个(套)生产、加工和流通领域的食品安全技术规范(标准);初步形成了食品安全检测体系,建立了 219 项实验室检测方法,其中农药多残留检测方法可检测 150 种农药,兽药多残留检测方法可检测 122 种兽药;研制出 81 个检测技术相关试剂(盒)、现场快速检测技术,25 种相关检测设备。在中国疾病预防控制中心、中国检验检疫科学研究院和中国农业大学等机构初步建立了 3 个符合国际良好实验室规范(GLP)的国家食品安全中心(基地),有 168 个检测实验室参加国际有关实验室组织之间的检测比对试验或得到国际相关实验室的互认;形成了 10 个食品安全示范区;219 家企业参与了食品安全关键技术示范;获得国内专利 36 项,申请 128 项。结论 “食品安全关键技术”重大科技专项取得了重大成效,对提升我国的食品安全水平具有重要意义和作用。

关键词:食品;实验室;安全管理

Introduction of Key Technology in Food Safety in 10th Five-year Plan

WU Yong-ning, ZHOU Nai-yuan, CHEN Jun-shi

(National Institutes for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

Abstract: **Objective** To ensure Chinese consumer's health and to protect the safety of Chinese food import and export trade. **Method** Capacity building was developed by establishing analysis methods, monitoring and surveillance network, prealerting system, system of food control such as HACCP, and upgrading national standards on food safety in China. And the technology was demonstrated comprehensively in typical areas. **Results** Two national networks were set up, as the National Surveillance Network for food contamination and food borne disease, and the Surveillance and Preaterting Network Import and Export Food Safety; 40 national standards and 166 technical and regional standards were set up and revised, and 385 standards were applied and ongoing, especially 2 international standards were set up, which were involved 595 proposal values of maximum limit and 58 practice codex guideline in the field of production and circulation; 219 analytical method were developed, especially multi-residues method were developed for 150 pesticides and 122 veterinary drugs respectively, 81 test kits technology and fast onr site detection technologies as well as 25 related equipments were developed also, 128 national patents applied for and 36 patents authorized. The capacity building were improved in 3 national institutions and 168 analytical laboratories have participated in international proficiency test and got accredit of related international laboratories; demonstration model of food safety were set up in 10 areas, which involved in 219 enterprises; **Conclusion** The progress was made great in the study of key technology in food safety, which has significant meaning and great contribution in capacity building of food safety in China.

Key word: Food; Laboratories; Safety Management

“食品安全关键技术”重大科技专项是在食品安全问题日渐突出,成为影响农业和食品工业竞争力的关键因素和约束农村经济结构战略性调整的“瓶

颈”之一的背景下启动实施的。专项紧密围绕“切实保障我国消费者健康,维护我国食品进出口贸易安全”这一核心目标,利用“反弹琵琶”的方式,瞄准国际食品安全科技前沿,抓住我国食品安全全程控制中的关键环节和瓶颈问题,整合国内优势科技资源,开展攻关研究。

基金项目:国家“十五”重大科技专项(2001BA804A00)
作者简介:吴永宁 男 研究员 博士生导师

1 专项目标与部署

1.1 专项目标 从我国食品安全存在的关键问题和入世后所面临的挑战入手,采取自主创新和积极引进并重的原则,针对影响我国食品安全的最关键监控与评价技术,瞄准和跟踪世界先进技术水平,在解决影响消费者健康和食品进出口贸易中的一些重大与急迫的技术“瓶颈”问题方面取得突破,并在检测技术方面获得一批具有我国自主知识产权的相关试剂(盒)与设备;以摸清食品污染“家底”和建立食品安全监控标准为核心,以完善相关检测技术和设备的研究为基础,以建立、健全既适合我国国情又与国际接轨的食品安全保障标准和生产、加工、流通领域技术规范为主要目标,初步建立起符合我国国情的食品安全保障技术支撑体系,满足广大人民的健康需要,提高产品的竞争力。

1.2 部署 以食品安全监控技术研究为突破口,大力加强检测技术和方法的研究。针对我国食品安全检测不完善,不成体系且技术能力比较落后的现状,通过检测资源配置与优化,大大加强食品安全检测方法体系、检测技术能力评估体系等研究,建立和完善适合我国国情、符合国际惯例的检测技术体系;引进国际上先进的检验检疫和检测技术,建立一批我国监督执法工作中迫切需要、并拥有部分自主知识产权的快速筛选方法;加强农药和兽药多残留系统检测方法和快速检测方法的研究;加强食品添加剂、饲料添加剂及食品中环境持久性有毒污染物、生物毒素和违禁化学品监控技术的研究;开展食源性疾病和人兽共患病病原体(细菌、病毒、寄生虫等)的监测与溯源技术及设备的研究。

在有毒有害物质检测技术及产品研发方面设置 5 个课题,重点进行农药残留、兽药残留、重要有机污染物、生物毒素、食品添加剂、饲料添加剂和违禁化学品等的新型检测技术研发项目,包括胶体金免疫法、酶联免疫法以及生物学快速检测方法等。食源性病原体检测技术方面设置了 1 个课题,签订 3 份任务书,部署重要动植物检疫病害和人畜共患病病原体如疯牛病、禽流感、新城疫、伪狂犬、猪水泡病毒以及小麦印度腥黑穗、剪股颖粒线虫,有毒植物内生菌的检测技术研发。

开展食品安全监测、预警与评价技术研究。针对目前存在的对食品安全情况不明、本底不清的状态,建立健全食品安全检验检疫监测体系,通过监测和暴露评估研究,掌握我国的食品安全实际状态,对食品安全状态有一个科学的、量化的了解和描述,以风险评估(WTO 的 SPS 协定要求的)为基础,建立我国有害生物和有毒有害物质食品安全标准体系。在

研究食品中危害因素污染水平的基础上了解暴露水平及相应的生物标志物的变化;找出食源性疾病的阈值;建立进出口食品监督管理的预警和快速反应系统;根据国内外市场需求状况,提出我国产业结构调整建议。

针对我国食品安全检测资源家底不清,缺乏统一的质量控制规范及检测标准,资源、技术和信息共享效率低,检验结果缺乏准确性、可靠性、可比性、溯源性、权威性,特别是检测结果国际认可度低,不能为保障贸易安全提供有效支撑等问题,支持 1 个课题,签订 1 份任务书开展食品安全检测实验室质量控制规范研究。同时,在全国食品污染物监控体系、食品质量安全查询服务及监督执法信息系统、进出口食品安全检测与预警系统、超市食品安全监控与应急管理信息系统、城市食品安全监测系统、食品安全关键技术信息共享平台等方面安排 5 个课题,签订 13 份任务书。

加强食品安全控制技术研究,提高食品安全质量。建立适合我国国情的危害分析与关键控制点体系(HACCP)实施指南,积极引导无毒、低毒农兽药的开发生产,促进 HACCP 在我国更多食品行业生产、加工中的实施,并建立具有我国特色的中国食品加工安全评估与危害控制技术体系;开展食品工业用菌安全性的检测与评价的研究;开展流通、包装和储运领域中食品安全控制技术的研究和进出口食品安全风险控制技术的研究。

安全控制技术和产品开发方面设置 2 个课题,签订 4 份任务书,重点安排食品储藏、包装与运输过程中的安全控制技术与产品研发项目。内容主要包括:常温及低温新鲜果蔬的运输和货架贮存的条件、技术规范和安全卫生规范;新型食品包装材料及其安全性和有害物质的安全限量;粮食、水产、禽肉、果蔬、乳制品等食品的保鲜技术;粮谷类食品及畜禽肉制品中无害物理消毒技术、食品企业和餐饮业 HACCP 体系建立与实施。

结合我国国情,应对加入 WTO 后面临的挑战,研究建立我国的技术措施体系。通过对国内外涉及食品安全的技术法规、标准、合格评定等的比较研究,针对我国农业生产、食品加工、消费习惯、环保要求以及经济发展状况,制定对策,建立符合 WTO 原则,适合我国国情的技术措施体系,包括为法律法规的建立与完善提供强有力的技术支持,为技术标准制修订提供科学依据,增强我国优势产品在国际市场上的竞争力。

食品标准体系建设方面设置 2 个课题,签订 2 份任务书,围绕构建一个既适合我国食品发展又与

国际接轨的,结构合理、功能完善、层次分明、重点突出,包括产前、产中、产后,即从“农田到餐桌”全过程的食品安全标准体系和制修订一些重要的相关食品安全标准,重点支持重要的食品安全标准和技术性贸易措施的研究和制定。

综合示范 按照“点-线-面”的模式推进食品安全的专项行动的实施,具体来说,从源头监控入手布“点”,建立产地溯源制度;沿“农田到餐桌”这条“线”,在生产和流通领域选择有基础和实力的大中型食品企业集团、物流配送系统开展“安全示范工程”,在国内选择有条件的区域这个“面”进行食品安全的整体推进。在综合示范中全面应用本项目的成果,探索经验以便在更大范围内推广应用。结合区域产业发展的实际情况和共性关键技术的研发进展,在北京、浙江、福建、江苏、陕西、山东、河南、广东、黑龙江、青岛等地共安排了食品安全关键技术应用综合示范项目 12 个,签订任务书 13 份,对产地生产、加工、贮藏、流通等诸多环节的安全生产的关键技术进行综合配套示范。

宏观战略研究与国际合作 跟踪国际食品安全动态,借鉴国外先进经验,分析我国食品安全特点,开展我国食品安全战略研究,为制定既符合中国国情又与国际接轨的食品安全对策提供依据。同时贯彻落实科技部提出的“专利”、“标准”和“人才”战略,积极开展多边国际合作和双边合作,选派专业人员参加国际食品安全标准的制定,举办各类国际会议,开展合作研究项目,吸引国外专家和学者来华交流,促进我国食品安全研究工作的跨越进展。专项实施期间组织举行的食品安全科技培训班和国际食品安全论坛(北京)产生了积极的影响和成效。宏观战略研究与国际合作方面设置了 1 个课题,签订 2 份任务书。

2 专项实施结果与成效

2.1 通过近 4 年的实施,专项已经完成了各项预期目标和指标,构建了共享的全国污染物监测网(含食源性疾病)、进出口食品安全监测与预警网;制修订国家标准 40 项、行业和地方标准 166 项,申请立项 385 项;牵头制定国际标准 2 项已完成 1 项,参加制定国际标准 2 项;提出 595 个食品安全标准限量指标的建议值,58 个(套)生产、加工和流通领域的食品安全技术规范(标准);初步形成了食品安全检测体系,建立了 219 项实验室检测方法,其中农药多残留检测方法可检测 150 种农药,兽药多残留检测方法可检测 122 种兽药;研制出 81 个检测技术相关试剂(盒)、现场快速检测技术,25 种相关检测设备。

在中国疾病预防控制中心、中国检验检疫科学研究院和中国农业大学等机构初步建立了 3 个符合国际良好实验室规范(GLP)的国家食品安全中心(基地),有 168 个检测实验室参加国际有关实验室组织之间的检测比对试验或得到国际相关实验室的互认;形成了 10 个食品安全示范区;219 家企业参与了食品安全关键技术示范;获得国内专利 36 项,申请 128 项;吸引了科研院所、高校、企业等机构的 3 550 人参与专项研究工作,培养了博士 177 人,硕士 464 人。

2.2 专项主要取得了 8 方面成效 一是我国食品安全科技自主创新能力得到整体提升,前沿领域的突破增强了食品安全科技原始创新能力,高新技术与传统技术的交叉融合显著提升了食品安全科技支撑能力和技术集成创新能力,技术引进与消化吸收推动了食品安全科技的跨越发展和再创新能力的提升。二是加速了食品安全科技支撑体系的完善,初步形成了食品安全标准支撑体系,初步建立了我国监管迫切需要的检验检测体系,完善了科学化和制度化的监督监管体系,高效快速的信息预警体系已具雏形,系统规范的安全生产体系初显成效,多层次、多渠道的教育培训体系正在兴起,公众食品安全意识大幅度提高。三是提高了食品安全整体水平。食品安全生产与流通更加规范,食品安全指数进一步提高,应对突发事件能力不断增强。四是支撑了区域重点产业的发展,增强了产业的核心竞争力,进一步提升了一批放心食品企业的品牌效应。五是加速了科技创新人才队伍的建设,提高了检验检测人才队伍的水平,支撑了监督管理人才队伍的发展,凝聚和培育了一支高水平的人才队伍。六是食品安全公共研发机构不断壮大,企业研发机构初具规模,一批新兴的食品安全学科基地正在形成,初步构建了食品安全科技创新体系。七是有力地推动了地方食品安全科技工作,激发了地方设立食品安全科技专项的积极性,加速了地方食品安全检测和科研机构的发展。八是形成了依托超市把关的江苏苏果超市、突出投入品控制的陕西洛川苹果、着力全程检疫的福建银祥猪肉、严把出口质量的广东恒兴水产、兼顾种植和加工安全的河南鹤壁小麦、政府主导、区域经济社会化的山东寿光蔬菜、保障重大活动安全的青岛奥帆餐饮、突出基地选择的浙江龙井茶叶和强化配送安全控制的北京物流等 9 个各具特色的食品安全示范模式。

2.3 专项瞄准食品安全科技前沿,着力提升自主创新能力有以下表现。

2.3.1 前沿领域的突破增强了食品安全科技原始

创新能力 针对国际食品安全突发事件难预测、频发、波及面广等特点,专项瞄准国际食品安全科技的前沿和难点,组织高起点攻关。特别值得一提的是我国首次牵头制定“预防和减少树果中黄曲霉毒素污染的生产规范”国际标准,我国担任起草组组长,协调起草了属于标准游戏规则的食品添加剂前言的起草过程。我国在2006年CAC大会上当选食品添加剂、农药残留两个专门委员会的主席国,改变了过去只能遵守国际游戏规则的历史。

二噁英和二噁英样多氯联苯等超痕量检测技术代表一个国家的分析水平,目前仅在发达国家的少数实验室能够实现。国际分析质量保证考核(AQA)是我国超痕量检测实验室获得国际认可的唯一途径。中国疾病预防控制中心营养与食品安全所牵头组织我国有关单位,先后8次参加并以优异成绩通过AQA,成为国际标准物质的定值实验室,显著提升了我国食品安全科技领域的国际地位,使中国成为CAC二噁英国际标准的起草国和2009年二噁英国际年会的承办国,以及氯丙醇限量国际标准的起草国之一。该成果获2005年中华医学科技奖二等奖和2006年国家科技进步二等奖。食品安全检测装备开发取得重大突破。中国科学院生态环境研究中心研制成功了检测有机锡专用鉴定器(石英表面发射-火焰光度检测器(QSL-FPD)),使检测灵敏度提高了100~1000倍,获得国家自然科学二等奖。中国检验检疫科学研究院研制了拥有多项发明专利、集多项检测技术于一体的食品安全监测车。该监测车已成为移动式食品安全检测实验室,在全国质检、工商等系统配备了22辆(另有10辆即将配备质检系统),创造直接经济效益2000万元,在2005年松花江环境污染实时监测中发挥了重要作用。为了满足保障禽类进出口贸易安全的需要,北京出入境检验检疫局和深圳匹基生物工程股份有限公司联合攻关,研制了H5、H7、H9等不同亚型禽流感病毒的荧光RT-PCR检测试剂盒,使检测时间从21d缩短为4h,建立了4项国家标准,获得了1类新兽药证书。这些试剂盒在2004-2005年进出口检验检疫中使用量达20余万头份,为保证我国禽肉进出口贸易安全发挥了重要作用。

2.3.2 高新技术与传统技术的交叉融合显著提升了食品安全科技支撑能力和技术集成创新能力 针对我国目前检测方法不完善难成体系、食品安全检测技术能力比较落后的现状,以及因国际禁运不能获得某些生物毒素标准品和病原生物毒株等问题,通过传统理化检测技术和现代高新技术如生物技术、纳米技术和信息技术的结合,建立了一批我国监

督执法工作中迫切需要、并拥有部分自主知识产权的快速筛选方法,形成了符合国情并与国际接轨的检测检疫技术体系。如建立了主要食品微生物包括霍乱弧菌、致病性大肠杆菌、空肠弯曲菌、小肠结肠炎耶尔森菌、副溶血性弧菌、沙门菌、金黄色葡萄球菌及志贺菌等的检验系统。完善了规范的探针制备方法和芯片制备方法,为食物源性病毒的高通量检测技术研究打下了良好的基础;成功搭建了植物有害生物分子检测研究平台,开展了各种风险有害生物的快速检测研究;建立了食品及饲料中牛羊源性成分的检测方法及其他7种哺乳动物的分子标记鉴定技术和基因芯片鉴定技术;研发的兽药残留蛋白芯片技术在国际上属于领先地位。利用荧光RT-PCR检测技术建立了包括新城疫病毒、口蹄疫(FMD)、水泡性口炎病毒(VS)在内的人畜共患重大动物疫病的快速检测技术,大大缩短了检测时间,使用安全,其技术水平达到国际领先水平,已申报了发明专利。目前正在组装该试剂盒并进行批量试生产和区域性应用,进一步验证试验,然后制定国家标准。对于国际禁运难以获得生物毒素标准品的黄曲霉毒素B₁和河豚毒素等,开展了利用抗独特型抗体模拟外界抗原表位替代毒素标准品的研究,获得了具有自主知识产权的黄曲霉毒素B₁和河豚毒素无毒免疫检测试剂盒。瞄准苹果及其制品展青霉素污染并影响苹果汁出口,国内外在快速检测试剂盒方面攻关但没有取得突破的国际难题,分别从抗毒素的单克隆抗体、阳性噬菌体克隆和噬菌体真菌毒素模拟表位肽筛选三个角度进行探索,其中所设计的模拟表位肽筛选方法为建立展青霉素免疫检测新方法提供了新思路。

2.3.3 技术引进与消化吸收推动了食品安全科技的跨越发展和再创新能力的提升 为了尽快克服我国检测技术落后、研发周期长的问题,专项加强了新技术引进、消化吸收和再创新,快速提升我国食品安全检验检测能力。欧盟和日本对大米和茶叶的农药残留检测品种超过100多种。针对限制我国食品快速通关和进出境贸易的农、兽药残留多组分检测技术和色-质确证技术要求,专项建立了食品中农、兽药残留的多组分系列检测技术,特别是在引进欧盟和美国的残留检测技术的基础上进行再创新,开发出气相-质谱、液相-质谱的农药残留检测技术,可检测农药品种超过150种,突破了我国食品安全检测能力的“瓶颈”。在二噁英、多氯联苯(PCB)、氯丙醇、丙烯酰胺、硝基呋喃残留标示物、激素等检测技术中,不仅参考国际先进经验引进了作为国际“金标准”的稳定性同位素稀释质谱技术,还在建立与国

际接轨的重要有机污染物的超痕量检测技术的同时进行再创新,如所建立的二噁英和类二噁英样 PCB 的检测方法将原来 2 个方法溶于一体,大大提高了食品中有机污染物的超痕量检测水平。在前处理技术方面也进行了一系列再创新,将固相微萃取引进食品安全检验的同时,积极开展分析技术的研究和萃取纤维的自主研发,研制了总黄曲霉毒素、黄曲霉毒素 B₁、玉米赤霉烯酮、赭曲霉毒素 A、脱氧雪腐镰刀菌烯醇 5 种毒素免疫亲和柱和阿维菌素免疫亲和柱、氨基糖苷类分子印迹整体柱和固相萃取柱,采用基质分散-微波萃取技术解决了同时测定脂溶性和水溶性组分的难题;在建立微囊藻毒素、麻痹性贝类毒素(PSP)、遗忘性贝类毒素(ASP)、腹泻性贝类毒素(DSP)和岩沙海葵毒素(PTX)的色质联用检测方法的同时,建立藻类专用实验室分离纯化获得麻痹性贝类毒素 GTX1、2、3、4 标准品约 5 mg,微囊藻毒素 MC-LR 和 MC-RR 标准品 500 mg,突破了国际禁运的制约。快速检测技术开发是食品安全专项的重要内容。截止目前,已成功研制了 81 种食品安全检测试剂盒,用于检测食品中残留的农药、兽药、生物毒素、食品添加剂、饲料添加剂和违禁化学品及动植物病原体等,建立了 94 项食品安全各类快速检测方法和确证方法,研制了 25 种相关检测设备。研制出具有自主知识产权的快速、高效生物毒素免疫检测试剂盒 13 个(赭曲霉毒素 A、T2-毒素、黄曲霉毒素 B₁、总黄曲霉毒素、玉米赤霉酮、伏马菌素 B₁、脱氧雪腐镰刀菌烯醇、河豚毒素、PSP、ASP、DSP、PTX、微囊藻毒素)和免疫胶体金试纸条 5 个(黄曲霉毒素 B₁、赭曲霉毒素 A、玉米赤霉烯酮、脱氧雪腐镰刀菌烯醇、桔青霉素),农药残留酶联免疫检测试剂盒 6 个(甲霜灵、甲胺磷、毒死蜱、对硫磷、2,4-D、百菌清),胶体金免疫快速检测试纸 16 种(3,5,6-三氯二吡啶醇、苯菌灵、除草定、丁草胺、毒死蜱、禾草灵、甲草胺、甲萘威、甲霜灵、霜霉威、西玛津、溴苯腈、乙草胺、异丙草胺、异丙甲草胺、莠去津),兽药残留酶联免疫学检测试剂盒 11 个(阿维菌素类、克伦特罗、呋喃唑酮代谢产物 3-氨基-2-噁唑酮、玉米赤霉

醇、氯霉素、磺胺二甲基嘧啶、19-去甲基睾酮、己烯雌酚、己烷雌酚、醋酸甲羟孕酮、金霉素)。这些成果很多已在全国推广应用。阿维菌素、磺胺二甲嘧啶和克伦特罗等检测试剂盒已实现产业化,部分替代了进口产品,大幅度降低了检测成本,取得了显著的经济效益和社会效益;“系列食品安全快速检测装备”携带方便,适于日常食品安全现场快速检测及食物中毒侦检,在军队和地方食物中毒原因的调查中多次得到应用和验证。

2.3.4 专项实施中突出了组织管理机制的探索和创新 主要做法包括:强化项目规范管理,保证管理成效;整合多部门科技人才资源,强化部门地方联动,创造食品安全的良好环境;注重以需求为导向配置科技资源,充分调动部门和地方积极性,保证成果直接服务于食品安全能力建设;着力培育多元化投入体制,引导和汇聚多方资金,形成支撑食品安全科技发展的合力;探索以企业为主体配置科技资源,强化企业的技术创新主体地位,凸显龙头企业的示范带动作用;重视科学普及和宣传,提高公众食品安全意识,扩大食品安全专项成效。

3 十一五食品安全科技重点领域

目前,我国食品安全科技工作仍处于从“被动应付型”向“主动保障型”转变的重要阶段,食品安全科技投入仍显不足,科技对食品安全工作的支撑潜能有待于进一步释放。国家将食品安全列入《国家中长期科学技术发展纲要》的重点领域,并在“十一五”期间作为国家科技支撑计划的重大项目,重点在风险评估、检测监测、溯源预警、标准等方面加大研发投入力度,加强食品安全国际合作,并进一步开展食品安全战略研究,着重食品安全科技创新平台建设,不断强化科技对食品安全工作的支撑作用。目前,已经在“十一五”科技支撑计划中部署的重大项目中部署课题 30 余个,并正在进一步作为重点专项升级。

[收稿日期:2007-01-06]

中图分类号:R15;X9 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2007)02-0097-05