

文章编号:1671-1513(2011)03-0001-07

# 加强检测技术标准化研究 促进食品安全水平不断提升

庞国芳, 范春林, 常巧英

(中国检验检疫科学研究院, 北京 100123)

**摘要:** 概述了改革开放 30 年我国主要食品生产取得的成就, 溯源了食品安全的历史和现在存在的主要问题. 在全球经济一体化的今天, 食品安全已无国界, 是世界性的. 现在国际组织和世界各国都把食品安全视为共同关注的战略问题. 重点介绍了食品安全的重点问题之一, 农用化学品(农药兽药)残留已成为国际贸易的准入门槛, 已成为我国食用农产品外贸出口的技术壁垒. 破解先进国家技术壁垒是我国一项长期的战略任务. 作者团队在这方面已进行了 20 多年的研究, 在实现检测技术标准化、构建我国食用农产品检测技术标准体系、提升相关食品行业技术进步、促进对外贸易发展等方面, 做出了卓有成效的探索.

**关键词:** 食品安全; 农药兽药残留; 检测技术

**中图分类号:** TS20

**文献标志码:** A

## 1 我国食品生产概况

建国 60 年, 特别是改革开放 30 年, 我国食品产业取得了巨大成就, 食品工业获得了空前发展. 以 1978 年实现工业产值 471.70 亿元为基数, 到 2008 年实现 41 997.33 亿元, 增长了 89 倍<sup>[1]</sup>. 其中肉类

和奶类人均占有量由 1978 年的 8.9 kg 和 1.0 kg 增长到 2008 年的 54.9 kg 和 28.5 kg, 分别增长了 5.2 倍和 27.5 倍; 粮食人均占有量也稳中有升, 由 1978 年的 319 kg 增长到 2008 年的 404 kg(见表 1). 可以说, 我国以占全世界 8.6% 的耕地, 养活了世界 20% 以上的人口, 这是我国对世界食品安全的最大贡献.

表 1 1949~2008 年我国主要食品生产总量和人均占有量

Tab. 1 Total production output of our country's staple food and per capita consumption in 1949~2008

种类	1949 年		1978 年		2008 年		2008/1949 年增长倍数		2008/1978 年增长倍数	
	总量/万 t	人均/kg	总量/万 t	人均/kg	总量/万 t	人均/kg	总量	人均	总量	人均
粮食	11 318	195	30 477	319	52 871	404	3.7	1.1	0.7	0.3
棉花	44.4	0.8	217	2.27	749	6.7	15.9	7.4	2.5	2.0
油料	256	4.7	522	5.46	2 953	24.1	10.5	4.1	4.7	3.4
肉	222	4.1	1 109	8.9	7 278	54.9	31.8	12.4	5.6	5.2
蛋	38	0.7	229.2	2.4	2 669.7	20.4	69.3	28.1	10.6	7.5
奶	20	0.37	95.5	1.0	3 781.5	28.5	188.1	76.0	38.6	27.5

(数据来源: 国家统计局、质检总局网站、中国饲料工业信息网)

收稿日期: 2011-04-15

作者简介: 庞国芳, 男, 中国工程院院士, 中国检验检疫科学研究院首席科学家, 国际 AOAC 资深专家, 长期从事食品安全检测技术与标准化方面的研究.

## 2 食品安全溯源和现状

世界上最早一部食品安全法可以追溯到1202年英国颁布的第一个食品法—《面包法》,严禁在面包里掺入豌豆或蚕豆粉<sup>[2]</sup>。之后,1883年美国化学局(Bureau of Chemistry)首席化学师Harvey W. Wiley对蜂蜜真实性进行了深入研究,引起美国政府的高度重视,促使美国政府于1906年颁布了第一个《纯正食品法》。此后,基于他对食品安全的卓越贡献,荣获“纯正食品和药品法之父”的美称<sup>[2]</sup>。从1883年到现在,关于蜂蜜真实性的研究已有100多年的历史了,从这个角度讲,食品安全问题早在100多年前就提出了<sup>[3]</sup>。

人类社会进入20世纪以后,食品中存在的化学污染物(农药残留,兽药残留,重金属,生物毒素,持久性有机污染物)、病源性微生物、非法添加剂及掺杂施假等已成为世界食品安全主要问题。特别是近年来,世界食品安全事件发生率呈上升趋势。我国正处于食品安全事件的凸显期、高发期。1972年至2009年公开报导的具有重要影响的食品安全事件共计64起,主要分布在中国(21起)、美国(11起)、加拿大(8起)、日本(3起)、英国(3起),以及俄罗斯、比利时、意大利、巴西、韩国、印尼、泰国、越南、蒙古、非洲(共18起)等国。在这64起食品安全事件中,80年代9起,90年代9起,到2000~2009年之间高达46起。在我国发生的21起具有重要影响的食品安全事件,其中属于违法添加物的12起(57%),病原微生物和生物毒素的5起(24%),农药残留的4起(19%)。随着全球经济一体化步伐加快,人流、物流、资金流、信息流交汇,食品安全问题已无国界,食品安全已成为全球性战略问题。1997年美国推出了《总统食品安全计划》,组成了由多个政府部门参加的总统食品安全委员会;2000年FAO/WHO拟定了《WHO全球食品安全战略草案》,呼吁实施从农场到餐桌全过程食品安全管理战略;2003年美国又颁布了《美国食品安全反恐法》,并实行了食品注册通报制度;2004年欧洲议会与欧盟理事会发布2004/41/EC法规,对食品准入市场做出了明确严格规定;2006年日本正式实施“肯定列表

制度”,除禁用农兽药外,还对793种农药、兽药及饲料添加剂设定了54785条限量标准;2009年我国颁布了《食品安全法》;2010年2月我国成立了国家食品安全委员会,食品安全已成为世界各国共同关注的战略问题。

## 3 农药残留危害催生农药残留学诞生

从1874年世界上第一个合成农药DDT问世以后,农药对现代化农业的发展,注入了强大动力。据联合国粮农组织(FAO)统计资料表明,全世界由于使用农药防治病虫害挽回的农产品的损失占世界粮食总产量的30%左右。就我国而论,由于化学农药的使用,每年挽回的粮食损失占总产量的7%左右。以2008年粮食总产量52871万t计算,其中3700万t是农药的贡献,对我国这样一个在世界上人口最多,人均耕地最少的人口大国,农药在缓解人口与粮食的矛盾中发挥了至关重要的作用。因此说,没有农药的发展,就没有今天蓬勃发展的农业。但是,在几十年农药的使用过程中,人们逐渐发现,农药是一把双刃剑,它对现代农业的发展做出了重大贡献,但对人类生存环境和食品安全带来的潜在危害,也不能掉以轻心。1962年,美国海洋生物学家蕾切尔·卡逊出版了《寂静的春天》一书,她以文学夸张手法,从生态学原理描述了DDT、六六六给人类赖以生存的生态系统带来的污染和危害,指出人类用自己制造的毒药来提高农业产量,无异是饮鸩止渴。此书的观点虽曾一度引起剧烈争论,但最终被美国政府采纳,改变了农药政策,在各州通过立法限制农药的使用;并推动了美国于1970年成立环保局(EPA),农药残留对健康的危害催生了农药残留学的诞生。

## 4 农药残留限量标准国际贸易准入门槛

1977年美国宣布禁止使用DDT、六六六。当时,我国农副产品出口,因这两种农药残留超标,货物不能上岸或就地销毁,也是我国第一次因食品中农药残留超标在国际贸易中遭到打击,农药残留检

测技术研究也因此引起重视. 此后,西方国家为了维护本国经济利益,凭借技术优势,对进口食品中要求检测控制的农药种类越来越多,最大允许限量(MRL)越来越低,也就是国际食品贸易市场准入门槛越来越高. 美国FDA于1996年就颁发了《食品质量保护条例》(Food Quality Protection Act)并规定了近1000种在美国国内注册的农兽药残留量,建立了400多种农药的MRLs. 根据该条例,FDA每年对国内生产及进口食物进行强制抽样监测. 欧盟于2008年更新了有关农药残留要求的法规,规定了1100种农药在食物及动物饲料中残留量限制,设置了大多数农药的MRLs,对于没有设定要求的农药,则统一规定为0.010 mg/kg. 日本于2006年采纳了更为严格的法规“Positive List System”,建立了约500种农药的MRLs 51232项,成为当今世界上农药残留限量最严格的国家之一. 这些都成了国际贸易的准入门槛.

## 5 破解先进国家技术壁垒是我国一项长期战略任务

调查显示,由于农兽药残留超标,致使我国农产品出口不时遭遇世界先进国家种种技术壁垒,每年造成的经济损失由2001年约70亿美元,到2006年增加到1000亿美元,先进国家的技术壁垒已构成我国外贸发展的主要障碍. 究其原因,主要有两个

方面:第一,在残留限量标准方面,2006年的资料统计显示,以农药残留限量标准数量相比,美国10000项,欧盟22289项,日本51232项,中国不足500项,分别占美国、欧盟、日本的4.79%、2.15%和0.93%,我国与世界先进国家相比严重滞后;第二,在检测技术标准方面,2006年统计资料显示,以农药多残留同时检测技术能力相比(以一次制备样品可以同时检测的残留农药品种数量计算)美国360种,德国325种,日本262种,中国不超过50种,分别是美国、德国和日本的13.89%、15.38%和19.08%,我国与世界先进国家相比,实力薄弱. 因此,为保护我国经济安全运行,不断破解先进国家的技术壁垒,加强我国技术标准的研究,是我国一项长期的战略任务<sup>[4]</sup>.

温家宝总理2008年3月5日在第十一届全国人民代表大会第一次会议《政府工作报告》中提出,当年要完成7700多项食品、药品和其他消费品安全国家标准研制<sup>[5]</sup>. 由于作者团队20多年农药残留检测技术研究的深厚积累,有幸承担了其中78项食用农产品中农兽药残留检测技术国家标准的研制,占总任务的1%. 加之前期研制的61项国家标准,构成了农产品中1000多种农药化学污染物残留检测技术国家标准体系<sup>[6-9]</sup>(见表2),填补了我国这一领域检测技术标准的空白. 特别是高通量多残留检测技术标准,在同时检测的农药品种方面,达到了国际领先地位.

表2 141项国际、国家标准初步构建了食用农产品中1000多种农药等化学污染物检测技术标准体系

Tab. 2 141 international and national standards tentatively have constructed analytical technical standard system for over 1000 pesticide and other chemical contaminants in edible agricultural products

### (1)2项国际AOAC标准

AOAC Official Method 1998.01 AOAC Official Method 2003.04

### (2)20项农药多残留检测技术国家标准

GB/T 23204—2008、GB/T 23205—2008、GB/T 23210—2008、GB/T 23211—2008、GB/T 23200—2008、GB/T 23201—2008、GB/T 23207—2008、GB/T 23208—2008、GB/T 23216—2008、GB/T 23202—2008、GB/T 23214—2008、GB/T 19426—2006、GB/T 20771—2008、GB/T 23206—2008、GB/T 19648—2006、GB/T 20769—2008、GB/T 19649—2006、GB/T 20770—2008、GB/T 19650—2006、GB/T 20772—2008

### (3)31项牛奶和奶粉中兽药、毒素残留检测技术国家标准

GB/T 23209—2008、GB/T 22965—2008、GB/T 22966—2008、GB/T 22967—2008、GB/T 22968—2008、GB/T 22969—2008、GB/T 22971—2008、GB/T 22972—2008、GB/T 22973—2008、GB/T 22974—2008、GB/T 22975—2008、GB/T 22976—2008、GB/T 22977—2008、GB/T 22978—2008、GB/T 22979—2008、

续表 2

GB/T 22980—2008、GB/T 22981—2008、GB/T 23212—2008、GB/T 22982—2008、GB/T 22983—2008、  
GB/T 22984—2008、GB/T 22985—2008、GB/T 22986—2008、GB/T 22987—2008、GB/T 22988—2008、  
GB/T 22989—2008、GB/T 22990—2008、GB/T 22991—2008、GB/T 22992—2008、GB/T 22993—2008、  
GB/T 22994—2008

(4)41 项动物源性食品中兽药检测方法国家标准

GB/T 20741—2006、GB/T 20742—2006、GB/T 20743—2006、GB/T 20745—2006、GB/T 20746—2006、  
GB/T 20747—2006、GB/T 20748—2006、GB/T 20749—2006、GB/T 20750—2006、GB/T 20751—2006、  
GB/T 20752—2006、GB/T 20753—2006、GB/T 20754—2006、GB/T 20755—2006、GB/T 20756—2006、  
GB/T 20758—2006、GB/T 20759—2006、GB/T 20760—2006、GB/T 20761—2006、GB/T 20762—2006、  
GB/T 20763—2006、GB/T 20764—2006、GB/T 20765—2006、GB/T 20766—2006、GB/T 20767—2006、  
GB/T 23218—2008、GB/T 22950—2008、GB/T 22951—2008、GB/T 22952—2008、GB/T 22953—2008、  
GB/T 22954—2008、GB/T 22955—2008、GB/T 22956—2008、GB/T 22957—2008、GB/T 22958—2008、  
GB/T 22959—2008、GB/T 22960—2008、GB/T 22961—2008、GB/T 22962—2008、GB/T 22963—2008、  
GB/T 22964—2008

(5)32 项蜂产品中兽药检测方法国家标准

GB/T 18932.3—2002、GB/T 18932.4—2002、GB/T 18932.5—2002、GB/T 18932.7—2002、GB/T 18932.8—2002、  
GB/T 18932.9—2002、GB/T 18932.10—2002、GB/T 18932.13—2003、GB/T 18932.14—2003、GB/T 18932.17—2003、  
GB/T 18932.19—2003、GB/T 18932.20—2003、GB/T 18932.21—2003、GB/T 18932.23—2003、GB/T 18932.24—2005、  
GB/T 18932.25—2005、GB/T 18932.26—2005、GB/T 18932.27—2005、GB/T 18932.28—2005、GB/T 20744—2006、  
GB/T 20757—2006、GB/T 22940—2008、GB/T 22941—2008、GB/T 22942—2008、GB/T 22943—2008、  
GB/T 22944—2008、GB/T 22945—2008、GB/T 22946—2008、GB/T 22947—2008、GB/T 22948—2008、  
GB/T 22949—2008、GB/T 22995—2008

(6)15 项动物源性食品、蜂产品中其他农业化学物质检测方法国家标准

GB/T 18932.1—2002、GB/T 18932.2—2002、GB/T 18932.6—2002、GB/T 18932.11—2002、GB/T 18932.12—2002、  
GB/T 18932.15—2003、GB/T 18932.16—2003、GB/T 18932.18—2003、GB/T 18932.22—2003、GB/T 19427—2003、  
GB/T 20768—2006、GB/T 22996—2008、GB/T 23213—2008、GB/T 23217—2008、GB/T 23215—2008

## 6 两项创新技术体现强者面前无壁垒

如何快速提升我国农药残留的检测实力,实现超痕量农药残留多组分高通量的检测,必须彻底解决三个方面的技术难题。第一,采用什么样的萃取技术,能把十亿分之几的多类化学残留物从基质千差万别的农产品中完全提取出来。第二,采用什么分离技术和富集技术把共萃取的大量干扰物分离出去,使目标化合物得到富集。第三,采用什么检测技术能够实现高灵敏度、高分辨率、高选择性和高通量检测数百种农药残留,并能准确地定量分析,使各项技术指标达到或超过世界发达国家所规定的限量要求。

### 6.1 开发三元填料组成的 Cleanert-TPT 新型固相萃取净化柱

集成加速溶剂萃取、高速匀质提取、固相萃取和凝胶渗透等先进前处理技术,攻克了 1 000 多种含量十亿分之几的农药化学污染物残留从 50 余种农产品中有效提取出来,并将大量共萃干扰物有效分离掉的一系列技术难题,解决了 10 多类食用农产品中 1 000 多种农药残留的提取净化技术。众所周知,茶叶基质复杂,是残留农药分析领域较难的基质之一。首先我们选择茶叶作为突破口,研究了 SPE 技术的核心部分—不同柱填料对茶叶净化效果的影响。对比研究了硅酸镁(FS)、石墨化碳(PC)、中性氧化铝(Al-N)、石墨化碳/氨基(PC/NH<sub>2</sub>)、石墨化碳/硅酸镁(PC/FS)、石墨化碳/中性氧化铝/硅酸镁

(PC/Al-N/FS)、离子交换、C<sub>18</sub>和酰胺化聚苯乙烯等九种填料对茶叶基质的净化效果。最后开发出石墨化碳、多胺基化硅胶和酰胺化聚苯乙烯三元填料组成的Cleanert-TPT新型固相萃取柱,攻克了茶叶基质中800多种农药残留的净化难题,实现了对茶叶样品的高效净化。海量实验数据证明Cleanert-TPT可以作为茶叶样品的专属净化柱。

## 6.2 设计按时段分组检测模式创新农药多残留分析程序

为了实现目标农药检测品种的高通量,首先对1000多种农药及化学污染物的液相色谱-质谱和气相色谱-质谱以及凝胶渗透色谱特征进行了系统研究,构建了三个分析参数数据库,奠定了高通量检测技术理论基础。突破靠更换检测器或色谱柱增加检测品种的传统技术,研究开发了色谱质谱按时段分组检测新技术。将化学性质和保留时间相近的农药分成若干组,提高了方法的选择性;将每组农药按出峰顺序,细分时段检测,提高了方法灵敏度;对检测农药选择离子进行优化,降低噪音干扰,提高了方法的分辨率,开发出国际领先的高通量检测技术,实现了800种农药残留可同时检测。这种创新的按时段分组检测程序的设计,使多残留分析同单残留分析一样简单,但比传统单残留方法提高工效上千倍,并且预留了广泛的扩展空间。对于新增补的农药,只要适合这种方法的提取净化技术,按时段分组检测的品种原则上可以无限扩大,为高通量检测奠定了坚实基础。

## 7 技术标准彰显引领企业发展威力

### 7.1 先进技术标准转化为生产力,10年促一食品企业跻身我国外资企业500强

1991年因肉鸡中一种兽药残留不能检测,成为制约当地肉鸡出口的瓶颈问题。作者科研团队主持开发了一项离子交换净化-液相色谱检测新技术,解决了兽药残留检测难题。用这种新技术对当时千家万户养鸡专业户检测发现,100%养鸡户产品质量不合格,根本达不到出口要求。该课题组没有停留在仅对质量把关的职责范围内,而是延伸了服务,将这一技术难题,作为一项科研任务进行研究。首先

从药物代谢过程研究入手,进行风险分析,找出了代谢规律。根据代谢规律,指导养鸡户科学用药,适时屠宰。经8个月现场指导,使产品由100%不合格达到了85%的合格,1992年使当地肉鸡飞到海外,首次进入国际市场。此后又针对国际市场需求,相继开发了氯霉素、磺胺等40多项检测技术,十年如一日为企业生产进行全过程残留监控。国际信誉不断扩大,企业不断发展,销售收入由1992年的2000万到2006年突破12亿元,合同养鸡户由当时200户增加到2006年的5000户,2003年促企业跻身我国外资企业500强,创造了知名品牌产品,带动千家万户致富,彰显了技术标准的威力。

### 7.2 实施蜂产品从源头到出口全程质量监控,使全国28省市400家企业受益

在世界先进国家对蜂产品技术壁垒高筑的形势下,作者科研团队对全国25省27种蜂蜜进行了碳同位素比值普查,经对2万多批样本检测发现,中国蜂蜜碳同位素比值分布范围在-21.5~28.5,这项技术2005年已写入我国强制性蜂蜜国家标准,在规范蜂蜜市场方面发挥了重要作用,国民人人受益。此后,针对我国蜂产品在欧洲、美洲和日本世界三大主销市场300多项技术壁垒项目,开展了系统研究,并一一破解,同时研制成30多项技术标准,第一次构建了我国蜂产品检测技术标准体系。1998~2003年向全国20多省5000多人次授课推介,并深入主产区了解质量问题,指导科学用药,对全国用户承诺:“秦皇岛蜂蜜实验室全年无节假日,一年365天为客户服务,真假鉴别样品24小时报出结果”,1998~2008年连续10年兑现承诺,使全国蜂产品企业自愿接受原料、生产过程、终端产品全程质量监控。1998~2008年,30多项检测技术标准的研发,在不是养蜂大省,出口量仅占全国0.5%的河北省,在口岸不出口蜂产品,也没有较大蜂产品加工企业的秦皇岛,创建了国内外业界有一定影响的国家级蜂产品检测重点实验室。出口检验量占全国出口总量的半壁江山,检验合格的蜂产品出口到世界40多个国家。每年促出口创汇0.5亿美元,全国28省市400多家企业受益(见表3),促进了企业科技进步,促进了我国这一传统商品对外贸易的发展。



将会无需参比标准,就可使高通量智能化侦测上千种农药化学污染物成为现实,为食用农产品中农药化学污染物早发现、早预警、早处置,提供标准化、数字化服务。

#### 参考文献:

- [1] 沈旻. 食品工业十二五末总产值将近 10 万亿[J]. 经济, 2010 (3): 56-57.
- [2] 董耿,唐霖. 美国有关药品法律的历史[J]. 中国药业, 2001(11): 15-16.
- [3] 庞国芳,范春林,曹彦忠,等. 稳定碳同位素技术测定蜂蜜中碳-4 植物糖的方法研究[J]. 中国养蜂, 2003 (54): 5-9.
- [4] 中华人民共和国国务院. 国家中长期科学和技术发展

- 规划纲要(2006~2020年). 国发[2005]第044号.
- [5] 温家宝总理 2008 年 3 月 5 日第十一届全国人民代表大会第一次会议《政府工作报告》.
- [6] 庞国芳. 常用农药残留量检测方法标准选编[M]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [7] 庞国芳. 常用兽药残留量检测方法标准选编[M]. 北京:中国标准出版社,2009.
- [8] Guo-Fang Pang, Boison J O. Compilation of official methods used in the people's republic of China for the analysis of over 800 pesticide and veterinary drug residues in foods of plant and animal origin [M]. China: Published by Elsevier & Science Press of China, 2007.
- [9] 庞国芳. 农药兽药残留现代分析技术[M]. 北京:科学出版社,2007.

## Strengthening Study on Analytical Technique Standards and Promoting Food Safety Level Constantly

PANG Guo-fang, FAN Chun-lin, CHANG Qiao-ying

(Chinese Academy Inspection and Quarantine, Beijing 100123, China)

**Abstract:** The paper deals with the achievements our country has made in the staple food production over 30 years since the opening to the outside world and dating back to the food safety history and the presently existing main problems. In the global economic integration today, food safety has no borders and is worldwide. The current international organizations and countries all over the world all regard food safety as a strategic issue of common concern. This paper mainly describes one of the important issues involved with food safety. The agro-chemicals (pesticides and veterinary drugs) residues have become the threshold of access in international trade and a grave obstacle to our foreign trade development. Cracking the developed countries' technical barriers has become a long-term strategic task of our country. The author's laboratory has been conducting studies in such aspects for over 20 years and made outstanding contributions in realizing analytical techniques standardizations and elevating the technical progress of relative food industries as well as promoting the foreign trade development.

**Key words:** food safety; pesticides and veterinary drug residues; analytical techniques