

食品质量安全 快速检测技术及其应用

SHIPIN ZHILIANG ANQUAN
KUAISU JIANCE JISHU JIQI YINGYONG

桑华春 王 覃 王文珺◎主编



北京科学技术出版社

食品质量安全快速检测技术及其应用

桑华春 王 章 王文珺 主编

 北京科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品质量安全快速检测技术及其应用/桑华春, 王覃, 王文珺主编.
—北京: 北京科学技术出版社, 2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5304 - 8161 - 5

I. ①食… II. ①桑…②王…③王… III. ①食品安全 - 食品检验
IV. ①TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 304335 号

食品质量安全快速检测技术及其应用

作 者: 桑华春 王 覃 王文珺

策 划: 曾庆宇

责任编辑: 韩 晖 李 鹏

封面设计: 8°八度出版服务机构

出 版 人: 曾庆宇

出版发行: 北京科学技术出版社

社 址: 北京西直门南大街 16 号

邮政编码: 100035

电话传真: 0086 - 10 - 66135495 (总编室)

0086 - 10 - 66113227 (发行部)

0086 - 10 - 66161952 (发行部传真)

电子邮箱: bjkj@bjkjpress.com

网 址: www.bkydw.cn

经 销: 新华书店

印 刷: 廊坊市海涛印刷有限公司

开 本: 720mm × 1020mm 1/16

字 数: 414

印 张: 23.5

版 次: 2015 年 12 月第 1 版

印 次: 2015 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5304 - 8161 - 5/T · 865

定 价: 96.00 元



京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

编 委 会

主 编 桑华春 王 覃 王文珺

编 委 (以姓氏汉语拼音为序)

傅晓春 李艳满 马海艳 邱岩岩

王 玮 谢艳红 徐肖雅 严可以

叶升峰 于 宽 于 勇 张敬晗

前 言

“民以食为天，食以安为先”，食品质量安全关系着人民的健康、社会的稳定和国家经济的发展。近年来，频繁曝光的食品安全事件使得食品质量问题成为全社会关注的焦点。如何保障“从田间到餐桌”的安全，是政府、科研院所和相关企业所面临的监管和技术难题。目前，国际上食品质量安全检测技术呈现两个发展方向：一是传统实验室检测向着设备日趋精密、检测限量逐步降低方向发展；二是现场检测技术向着技术速测化、装备便携化的方向发展。随着社会的进步和科学技术的快速发展，食品企业内部和监管部门对食品质量安全及时监督掌控的需求加强，传统的检测手段已无法满足人们的需要，食品质量安全快速检测技术得到了快速发展和应用。

食品质量安全快速检测技术（快检技术）在紧急处理食品安全突发事件和保障重大社会活动的食品安全中起着非常重要的作用，并越来越多地应用于食品安全的日常监测，对食品中非法添加、滥用违禁药物起到震慑和监督的作用。快检技术是利用低成本、简便、快捷的方法对样本进行分析，初步判断样本中是否含有可疑物质。最新修订实施的《中华人民共和国食品安全法》第一百一十二条规定：“县级以上人民政府食品药品监督管理部门在食品安全监督管理工作中可以采用国家规定的快速检测方法对食品进行抽查检测。对抽查检测结果不符合食品安全标准的食品，应当依法进行进一步检验，抽查检测结果确定有关食品不符合食品安全标准的，可以作为行政处罚的依据。”快检技术作为日常大量样本筛查的“先锋”，在时间和效率方面起到了极其关键的作用，便于国家相关部门及时采取措施终止“危害”，并实现问题追溯，在食品安全监测中焕发越来越强的生命力。

本书分为三篇，按照技术理论、试剂仪器和解决方案的顺序陈述，对国内现有的快检技术均有涉猎，如便携式仪器、理化分析、免疫检测、微生物检测等。针对国内主要存在的食品安全问题，内容涵盖粮食、果蔬、

动物源性食品、水质、食用油、调味品、保健食品、动物饲料等，对其中常见的非法添加物、食品添加剂、农兽药残留、微生物等指标的检测进行了分析探讨。本书可作为食药、工商、卫生、农业等领域的技术人员和检验人员的参考资料，也可以作为教学科研和监督管理的工具书，有助于从事快检研究和工作的人员、学生了解快检技术。本书很多内容都是编者们的工作积累和体会，仅供读者参考。在本书编撰过程中，作者参考和阅读了大量的文献专著，引用了一些网络文章和图片，有些没能找到原文出处，不能在本书参考文献中一一列出，在此向原作者表示感谢并表达歉意。

由于作者水平有限，成书仓促，本书遗漏和不足之处在所难免，恳请同行和广大读者批评指正。

编 者
2015 年 9 月

目 录

第一篇 技术理论

第一章 食品质量安全快速检测技术	3
第一节 概述	3
第二节 理化检测技术	4
第三节 感官检验法	7
第四节 物理检测法	8
第五节 仪器分析方法	9
第六节 免疫分析技术	17
第七节 分子生物学检测技术	19
第二章 样品前处理技术	24
第一节 概述	24
第二节 传统前处理方法	26
第三节 样品前处理新技术	35

第二篇 仪器试剂

第三章 食品安全快速检测仪器	51
第一节 概述	51
第二节 食品安全综合分析仪	51
第三节 多参数食品安全检测仪	55
第四节 单参数食品安全快速检测仪	58
第五节 农药残留快速检测仪	58
第六节 兽药残留、生物毒素快速检测仪	59

第七节	水质快速检测仪	59
第八节	水分快速检测仪	61
第九节	ATP 荧光检测仪	61
第十节	食用油品质检测仪	62
第十一节	其他常用的便携式仪器	62
第四章	食品非法添加物质的快速检测技术	64
第一节	甲醛	64
第二节	吊白块	66
第三节	过氧化氢（双氧水）	67
第四节	硼酸/硼砂	70
第五节	甲醇	71
第六节	过氧化苯甲酰	74
第七节	溴酸钾	75
第八节	硫氰酸钠	77
第九节	硫化钠	79
第十节	硫酸镁	80
第十一节	罗丹明 B	82
第十二节	苏丹红	84
第十三节	孔雀石绿	86
第十四节	酸性橙	88
第十五节	碱性橙	89
第十六节	皮革水解蛋白	91
第十七节	氨氮	92
第十八节	工业碱	92
第十九节	白醋中游离矿酸	93
第二十节	深色醋中游离矿酸	94
第二十一节	桐油	95
第二十二节	大麻油	96
第二十三节	巴豆油	96
第二十四节	矿物油	97
第二十五节	毒鼠强	98

第二十六节 敌鼠钠盐	100
第二十七节 氟乙酰胺	101
第二十八节 牛奶中尿素	102
第二十九节 液态奶中铵盐	104
第三十节 液态奶中甲醛	104
第三十一节 液态奶中碱性物质	105
第三十二节 液态奶中豆浆	106
第三十三节 液态奶中食盐	106
 第五章 食品中易滥用食品添加剂的快速检测试剂和方法	107
第一节 亚硝酸盐	107
第二节 硝酸盐	110
第三节 二氧化硫	113
第四节 糖精钠	115
第五节 甜蜜素	117
第六节 山梨酸钾	119
第七节 苯甲酸钠	122
第八节 味精	125
第九节 硫酸铝钾	127
 第六章 其他食品安全指标的快速检测试剂和方法	129
第一节 食盐中碘含量	129
第二节 芝麻油纯度	130
第三节 蛋白质含量	132
第四节 食用油酸价	134
第五节 食用油过氧化值	136
第六节 组胺	137
第七节 丙二醛	139
第八节 挥发性盐基氮	140
第九节 肉品新鲜度	141
第十节 茶多酚	143
第十一节 大米新陈度	145

第十二节	蜂蜜中果糖和葡萄糖	145
第十三节	蜂蜜酸度	147
第十四节	蜂蜜中蔗糖	148
第十五节	蜂蜜中淀粉、糊精	150
第十六节	蜂蜜中饴糖	152
第十七节	红葡萄酒掺伪	152
第十八节	鸡蛋新鲜度	153
第十九节	酱油中食盐	154
第二十节	酱油中总酸、氨基酸态氮	154
第二十一节	食醋总酸	156
第二十二节	真伪白醋	157
第二十三节	真假果汁	158
第二十四节	生熟乳品	158
第二十五节	液态奶新鲜度	159
第七章	重金属的快速检测试剂和方法	160
第一节	砷 (As)	160
第二节	铅 (Pb)	162
第三节	汞 (Hg)	164
第四节	锑 (Sb)、铋 (Bi)、银 (Ag)	166
第五节	六价铬 (Cr^{6+})	167
第八章	霉菌毒素的快速检测试剂和方法	169
第一节	黄曲霉毒素 B_1 (AFB_1)	169
第二节	黄曲霉毒素 M_1 (AFM_1)	176
第三节	黄曲霉毒素总量	179
第四节	呕吐毒素 (DON)	182
第五节	玉米赤霉烯酮 (ZEN)	186
第六节	赭曲霉毒素 A (OTA)	191
第九章	兽药残留的快速检测试剂	194
第一节	氯霉素 (CAP)	194

第二节 克伦特罗 (CLE)	200
第三节 莱克多巴胺 (RAC)	205
第四节 沙丁胺醇 (SAL)	210
第五节 β -兴奋剂类	216
第六节 磺胺总量 (SAs)	220
第七节 氟喹诺酮 (FQNs)	227
第八节 恩诺沙星 (ENR)	234
第九节 环丙沙星 (CIP)	239
第十节 喹乙醇代谢物 (MQCA)	244
第十一节 呋喃它酮代谢物 (AMOZ)	249
第十二节 呋喃唑酮代谢物 (AOZ)	254
第十三节 呋喃妥因代谢物 (AHD)	258
第十四节 呋喃西林代谢物 (SEM)	263
第十五节 链霉素 (SM)	268
第十六节 四环素类 (TCY)	273
第十七节 己烯雌酚 (DES)	279
第十八节 庆大霉素 (GM)	283
第十九节 泰乐菌素 (TYL)	286
第十章 微生物的快速检测试剂和方法	290
第一节 金黄色葡萄球菌	290
第二节 沙门菌	291
第三节 蜡样芽胞杆菌	292
第四节 阪崎肠杆菌	293
第五节 副溶血弧菌	294
第六节 大肠杆菌 O157	295
第七节 大肠杆菌、大肠菌群	296
第八节 菌落总数	297
第九节 真菌和酵母菌	299
第十节 大肠菌群	300
第十一节 餐饮具表面大肠菌群	301

第十一章 保健品中非法添加物质的快速检测试剂和方法	303
第一节 二氢吡啶类	303
第二节 酚酞	304
第三节 磺脲类	306
第四节 甲硝唑	308
第五节 拉非类	309
第六节 那非类	310
第七节 噻唑烷酮类	312
第八节 双胍类	313
第九节 西布曲明	315
第十二章 食品安全快速检测箱	317
第一节 不同类型食品安全检测箱配置清单	318
第二节 急性中毒快速检测箱	320
第三节 乳品及食用油快速检测箱	320
第四节 微生物检测箱	321
第五节 大型活动卫生保障食品安全快检箱	322
第六节 “地沟油”多参数综合快速筛查箱	323
第七节 豆芽安全快速检测箱	324

第三篇 方案应用

第十三章 食品安全快速检测解决方案	327
第一节 食品中主要危险源	327
第二节 行业解决方案	332
第十四章 正确认识食品安全快速检测的优势及局限性	360
第一节 食品安全快速检测技术的优势	360
第二节 快速检测技术的局限性	361
第三节 食品安全快速检测技术展望	362

第一篇 技术理论

第一章 食品质量安全快速检测技术

第一节 概 述

我国食品及农副产品生产存在规模小、产业链长、污染源复杂、监管难度高等问题,不断引发大众对食品质量安全的担忧。食品质量安全问题产生的原因主要是生产者对农药、兽药、非法添加剂的违法使用或滥用及食品生产、贮藏方式不当。要从根本上解决食品质量安全问题,必须对食品的生产、加工、流通和销售各环节实施全程监管。从广义上讲,食品安全检测方法可分为大型仪器分析和快速检测两大类。大型仪器分析方法很难实现对食品的现场、及时、快速、大范围的监控,因此非常有必要发展和使用快速检测技术,以提高食品质量安全监管的工作效率和力度,保障食品质量安全。

食品质量安全快速检测技术在保障食品安全中能够起到重要的技术支撑作用。食品安全快速检测是指包括样品制备在内,能够在短时间内出具检测结果的行为。一般而言,理化检验方法能够在2h内出结果的即可视为快速方法;微生物检验方法与常规方法相比,能够缩短1/2或1/3的时间,且可以出具有判断性意义结果的方法即可视为快速方法;现场快速检测方法一般能够在30min内出结果,如果能够在10min甚至更短时间内出具结果的即是较好的方法^[1]。食品安全快速检测采用的方法通常来源于国际法、教科书中经典的分析方法以及最新的科研成果,并结合现场条件进行简化和改良,检测的灵敏度、稳定性以及可靠性均达到食品卫生评价标准的要求。

食品安全快速检测分为现场快速检测和实验室快速检测。实验室快速检测着重于利用一切可以利用的仪器设备对检测样品进行快速定性与定量;现场快速检测着重于利用一切可以利用的手段对检测样品快速定性与

半定量。现场的食品快速检测方法要求：①实验准备简单，使用的试剂较少，“绿色”，成本低，配制好的试剂保存期长；②样本不需前处理或前处理简单，对操作人员要求低；③分析方法简单、快速和准确，能够满足相关规定限量检测要求；④有些方法可以实现高通量检测或类似物的同时检测；⑤分析仪器便携式或小型化，可实现车载^[2]。

目前，国内外食品安全中常用的快速检测技术有化学比色法等理化检测技术，紫外-可见分光光度法、近红外光谱、表面增强拉曼光谱、荧光分子（原子）光谱等光学分析技术，纸色谱、薄层色谱、柱色谱等色谱技术，电化学分析技术，酶联免疫、免疫胶体金层析技术等免疫分析及生物芯片、生物传感器等分子生物学分析检测技术等。

第二节 理化检测技术

理化检测技术以化学反应为基础，使被测成分在溶液中与试剂作用，以生成物的量（或消耗试剂的量）或生成物的颜色来确定目标分析物的含量。化学分析法主要包括重量分析（称量法）、酸碱滴定、氧化还原、沉淀滴定等，以及样品的处理和一些分离、富集、掩蔽等化学手段，并通过肉眼观察或便携式仪器检测，对样品中目标物进行定性或定量分析。

比色法是检测食品中化学有害物质和添加剂常用的快速检测方法，通过试纸或试管中被测样本颜色的变化来定性或定量检测。比色法主要分为试纸比色、试管比色和滴定比色等方法。人们还根据沉淀反应来检测食品中的非法添加剂。

一、试纸比色法

根据待测物与特殊制备的试纸作用获得的检测结果，与标准比色卡比对，对样本中目标分析物做出定性或半定量的判断。例如，通过试纸显色对待测样本的农药残留做出定性判断，即可判断样本中目标分析物浓度高于某限量值；根据试纸显色的深浅程度对待测食用油的酸价、过氧化值进行半定量分析。

二、试管比色法

根据样本检测所显示的颜色与标准试管的比对，对样本中目标分析物

进行定性或半定量判断。例如,用试管显色来定性并限量指示测定鼠药、未熟豆浆等;根据试管显色的深浅程度对亚硝酸盐、甲醇、二氧化硫等进行半定量检测。试管比色测定可以目视,也可以用便携式分光光度计定量检测。

三、滴定比色法

用刻度或小口滴瓶分别滴定标准溶液和待测溶液,通过计算对目标析物进行定量检测。滴定比色法主要有酸碱滴定、络合滴定、氧化还原滴定等,如食醋总酸的测定、酱油总酸和氨基酸态氮的测定、钙镁离子的 EDTA 滴定法、食用油过氧化值的滴定法(油脂中过氧化物氧化碘化钾,生成游离碘,再用硫代硫酸钠溶液滴定)等。

四、沉淀反应

钡离子与硫酸根反应生成白色沉淀或溶液变混浊,可用于检测钡离子或硫酸根;银离子与氯离子反应溶液变白色混浊;碳酸根与钙离子生成白色沉淀,三价铁与氢氧根生成红褐色沉淀;醋酸铅与硫化氢反应生成硫化铅黑色沉淀。甜蜜素速测盒就是根据离子反应生成白色混浊沉淀的原理来检测甜蜜素。

【小知识】常用的显色反应

(1) 亚硝酸盐在酸性条件下与对氨基苯磺酸重氮化后,再与盐酸萘乙二胺偶合形成紫红色化合物。

(2) 甲醛的显色方法有乙酰丙酮法、酚试剂法、AHMT 法、变色酸法、间苯三酚法等。乙酰丙酮法:在过量铵盐存在下,甲醛与乙酰丙酮通过水浴加热反应生成黄色化合物;酚试剂法:即 MBTH 法,甲醛与酚试剂(3-甲基-2-苯并噻唑脒盐酸盐)反应生成嗪,嗪在酸性溶液中被铁离子氧化成蓝色;AHMT 法:甲醛与 AHMT(4-氨基-3-联氨-5-巯基-1,2,4-三氮杂茂)在碱性条件下缩合,经高碘酸钾氧化成紫红色化合物;变色酸法:甲醛在浓硫酸介质中与铬变酸(1,8-二羟基萘-3,6-二磺酸)作用,在沸水浴中生成紫红色化合物;间苯三酚法:甲醛与间苯三酚在强碱性条件下可迅速生成橘红色物质。

(3) 二氧化硫被四氯汞钠吸收液吸收后,生成稳定的二氯亚硫酸盐络合物,该络合物在盐酸介质中,与甲醛及盐酸副玫瑰苯胺(PRA)作用,