



食品安全保障体系系列丛书

食品中非食用物质检测 技术与应用

Inedible Substance in Foodstuffs
Analytical Techniques and Its Application

邵兵 王国民 赵舰 主编
吴永宁 主审

创新及
应用版

 中国质检出版社
中国标准出版社



食品安全保障体系系列丛书

食品中非食用物质检测 技术与应用

Inedible Substance in Foodstuffs
Analytical Techniques and Its Application

邵兵 王国民 赵舰 主编
吴永宁 主审

创新及
应用版

中国质检出版社
中国标准出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

食品中非食用物质检测技术与应用/邵兵,王国民,赵舰主编. —北京:中国质检出版社,2014.5

(食品安全保障体系系列丛书)

ISBN 978—7—5026—3884—9

I. ①食… II. ①邵…②王…③赵… III. ①食品检验 IV. ①TS207.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 213375 号

内 容 提 要

本书为“食品安全保障体系系列丛书”之一,对当前国内食品中可能违法添加的非食用物质的检测技术进行了详细的介绍,并列举了多种检测方法实例,具有很强的实用性和指导性。全书共分 14 章,对食品中可能非法添加的非食用物质的种类、危害以及主要检测方法进行介绍,内容包括:食品中非食用物质概述、食品中工业染料、砷砂、镇静剂类药物、 β -激动剂、三聚氰胺及其类似物、罂粟壳、 β -内酰胺酶、万古霉素及其类似物、乌洛托品、激素、蓖麻油、喹诺酮类药物以及顺丁烯二酸酐的检测技术与应用。

本书可供政府食品安全管理部门及食品生产企业管理和检测技术人员使用,也可供高等院校及科研院所相关专业师生和研究人员参考。

中国质检出版社
出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.25 字数 336 千字

2014 年 5 月第一版 2014 年 5 月第一次印刷

*

定价:55.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

丛书编委会

主任 吴永宁 国家食品安全风险评估中心 首席专家
WHO 食品污染监测合作中心(中国) 主任
卫生部食品安全风险评估重点实验室 主任

委员 (排名不分先后)

刘先德 (中国国家认证认可监督管理委员会)
杨志刚 (中国国家认证认可监督管理委员会)
王茂华 (中国国家认证认可监督管理委员会)
傅瑞云 (中国认证认可协会)
王 君 (国家食品安全风险评估中心)
张永慧 (广东省疾病预防控制中心)
邵 兵 (北京市疾病预防控制中心)
刘 文 (中国标准化研究院)
罗 祎 (中国检验检疫科学研究院)
沈建忠 (中国农业大学)
王 硕 (天津科技大学)
朱 诚 (中国计量学院)
潘家荣 (中国计量学院)
张 岩 (河北省食品质量监督检验研究院)
李 挥 (河北省食品质量监督检验研究院)
史贤明 (上海交通大学 中美食品安全联合研究中心)
乔 东 (中国国家认证认可监督管理委员会认证认可技术研究所)

本书编委会

主 编 邵 兵 (北京市疾病预防控制中心)

王国民 (重庆出入境检验检疫局)

赵 舰 (重庆市疾病预防控制中心)

副主编 李贤良 (重庆出入境检验检疫局)

彭 涛 (中国检验检疫科学研究院)

编 委 王俊苏 (重庆出入境检验检疫局)

毛 庆 (重庆市食品药品检验所)

黄 钊 (重庆市永川食品药品检验所)

陈 江 (重庆出入境检验检疫局)

曹淑瑞 (重庆出入境检验检疫局)

彭光宇 (重庆出入境检验检疫局)

郑国灿 (重庆出入境检验检疫局)

郑小玲 (重庆出入境检验检疫局)

朱美文 (重庆出入境检验检疫局)

王 晶 (重庆出入境检验检疫局)

唐柏彬 (重庆出入境检验检疫局)

周启明 (重庆出入境检验检疫局)

陈洁君 (中国生物技术发展中心)

张玉红 (北京出入境检验检疫局技术中心)

近年来,随着经济全球化和食品国际贸易的深入发展,人们的食品供应链也越来越呈现出国际化趋势,这种食品供应链体系的延伸在加强食品供应安全的同时,也使食品安全风险引入食品供应链的概率越来越大,世界某个国家或地区的食品安全危害往往会演变成为全球性的食品安全事件,因此,食品安全问题已经成为各个国家要共同面对的全球性公共安全问题。

2009年我国颁布实施的《中华人民共和国食品安全法》(以下简称《食品安全法》),在食品安全监管体制、食品安全标准、食品安全风险监测和评估、食品生产经营、食品安全事故处置等各项制度方面进行了补充和完善,在我国初步构建了基于风险分析框架的食品安全保障体系。《食品安全法》实施五年以来,我国食品安全风险监测评估制度基本确立,食品安全法律法规体系和统一的食物标准体系不断完善,食品安全检测技术和控制技术不断提高,食品安全认证认可体系、食品溯源体系、市场信用体系及食品安全事故应急机制等初步建立,食品安全保障体系覆盖从农田到餐桌的全过程。

应该看到,我国的食品安全保障体系建设还处于起步阶段,与世界发达国家和地区相比还有不小的差距,特别是相关的基础理论和应用技术研究还比较薄弱。近十几年来,国家加大了对食品安全领域重大科研项目的支持力度,“‘十五’国家重大科技专项”“‘十一五’和‘十二五’国家科技支撑计划”“863计划”“973计划”等均包含了重大的食品安全科研项目,这些重大的科研项目不仅产生了一批国内外领先的科学技术,也形成了很多先进的管理理念。为了更好地将目前我国食品安全领域的最新进展与科研成果加以推广,转化为广大食品监管人员和从业人员的知识结构,成为支撑我国食品安全科技发展和管理水平的推动力,由中国质检出版社牵头组织策划了“食品安全保障体系系列丛书(创新及应用版)”的编写和出版工作,并聘请国家食品安全

风险评估中心首席专家吴永宁研究员担任本套丛书的编委会主任,由来自国家认证认可监督管理委员会、国家食品安全风险评估中心、中国标准化研究院、中国检验检疫科学研究院、北京市疾病预防控制中心、广东省疾病预防控制中心、河北省食品质量监督检验研究院、中国农业大学、中国计量学院、上海交通大学、天津科技大学等各方面的专家共同编写。

“食品安全保障体系系列丛书”共十本,以创新和应用为重点,涵盖食品安全最前沿的研究领域,汇集最新的科研成果,最新的管理理念和检测技术,力求在管理和技术两个层面对我国食品安全保障体系的建立和完善进行有益的探索。每个分册内容,包括本领域相关基础知识,基本理论,着重介绍本领域的专业知识及国内外的最新研究进展,侧重通过案例分析的方法阐明该领域在食品安全管理中的实际应用,以通俗的语言、形象和生动的案例增强图书的可读性和易读性。

本套丛书定位为食品安全管理和技术人员的深度阅读图书,可以配合《食品安全宣传教育工作纲要(2011—2015年)》要求作为食品安全监管人员和食品行业从业人员的培训用书,是食品安全监管人员的必备参考书,也可供高等学校相关专业的师生参考。

本套丛书的出版是一次有益的探索和尝试,内容既有理论研究也有实践应用,希望本丛书的出版,能为提高我国食品安全领域从业人员的知识水平,促进我国食品安全科研成果的创新和应用,提升我国食品安全管理的科学水平起到积极的推动作用!

丛书编委会

2014年1月

“国以民为本，民以食为天；五谷者，万民之命，国之重宝。”食品是人类赖以生存繁衍和社会发展的首要物质基础。安全的食品是人人享有健康生活的保障，是人类社会发展进步所要达到的重要目标。随着社会经济的发展，人民生活质量的提高，食品安全成为重大基本民生问题，影响公众健康乃至国家安全、社会稳定。能不能在食品安全上给公众一个满意的交代，是对政府执政能力的重大考验。但近几年来，在食品中非法添加苏丹红、吊白块、孔雀石绿、瘦肉精、三聚氰胺等“非食用物质”引起的食品安全事件频频出现，使得“非食用物质”成为人们关注的焦点。

安全的食品不仅是生产出来的，也是监管出来的。快速、精准的检测技术是一个国家食品安全监管能力的重要体现，也是一个国家食品安全科学发展的核心支撑。近年来，欧美等发达国家投入大量资金对食品安全检测关键技术进行攻关，检测技术水平快速提高，并以此为基础对食品安全限量标准提出越来越高的要求。因此，突破检测技术的制约，成为了保障我国食品安全、应对贸易非关税技术壁垒的关键。而国内一些不法生产者在食品中违法添加非食用物质或跨品种、超剂量使用食品添加剂，给检测工作带来极大困难。因此，急需加强对食品中非食用物质的检测技术标准的研究及制定，以完善我国的食品安全保障体系。2013年国家卫生和计划生育委员会批准建立了食品中非法添加物国家风险监测参比实验室，负责食品中非法添加物相关的科学研究、全国食品安全风险监测实验室质量控制及考核、技术培训和异常结果的复核。

为了给国内的广大食品安全检测领域的技术人员提供一本实用的参考资料，在国家质量监督检验检疫总局公益性行业科研专项“双打”急需的食品中违禁成分检测及判别技术研究项目(2012104003)的资助下，我们邀请了国内多名从事食品分析检测技术研究的专家，从

实用角度出发,编写了本书。书中对当前国内食品安全监管中原卫生部(现国家卫生和计划生育委员会)发布的食品中非法添加的非食用物质的检测技术进行了详细的介绍,并列举了多种检测方法应用实例,具有很强的实用性和指导性。本书由邵兵、王国民、赵舰主编,李贤良、彭涛副主编,具体编写分工为:第1章由邵兵、王国民编写;第2章由唐柏彬编写;第3章由王晶编写;第4章由李贤良编写;第5章由赵舰、彭涛编写;第6章由曹淑瑞编写;第7章由彭光宇编写;第8章由朱美文编写;第9章由王俊苏、毛庆编写;第10章由陈江编写;第11章由郑小玲编写;第12章由周启明、黄钊编写;第13章由郑国灿编写;第14章由王国民、陈洁君、张玉红编写。

本书凝聚了众多专家的心血和研究成果,但鉴于参与编写的专家较多,涉及的内容繁杂,且由于时间和能力有限,书中难免存在不妥和疏漏之处,敬请读者批评指正。

本书编委会
2014年1月

第 1 章 食品中非食用物质概述	1
1.1 各国食品非食用物质事件	1
1.2 食品中可能存在的非食用物质及其危害	3
1.2.1 吊白块	4
1.2.2 工业染料	4
1.2.3 三聚氰胺(蛋白精)	5
1.2.4 硼酸与硼砂	6
1.2.5 硫氰酸钠	6
1.2.6 工业用甲醛	6
1.2.7 工业用火碱	7
1.2.8 一氧化碳	7
1.2.9 硫化钠	7
1.2.10 工业硫磺	7
1.2.11 罂粟壳	8
1.2.12 皮革水解物	8
1.2.13 溴酸钾	8
1.2.14 β -内酰胺酶(金玉兰酶制剂)	8
1.2.15 富马酸二甲酯	9
1.2.16 废弃食用油脂	9
1.2.17 工业用矿物油	9

1.2.18	工业明胶	9
1.2.19	工业酒精	10
1.2.20	敌敌畏	10
1.2.21	毛发水	10
1.2.22	工业用乙酸	11
1.2.23	肾上腺素受体激动剂类药物(盐酸克伦特罗、莱克多巴胺等)	11
1.2.24	硝基呋喃类药物	11
1.2.25	玉米赤霉醇	12
1.2.26	抗生素残留	12
1.2.27	镇静剂	12
1.2.28	荧光增白物质	13
1.2.29	工业氯化镁	13
1.2.30	磷化铝	13
1.2.31	馅料原料漂白剂	14
1.2.32	氯霉素	14
1.2.33	喹诺酮类	15
1.2.34	水玻璃	15
1.2.35	乌洛托品	15
1.2.36	五氯酚钠	16
1.2.37	喹乙醇	16
1.2.38	磺胺二甲嘧啶	16
1.2.39	敌百虫	16
1.2.40	邻苯二甲酸酯类物质	17
参考文献		17

第2章 食品中工业染料检测技术与应用

19

2.1	样品前处理技术	26
2.1.1	提取方法	26
2.1.2	净化方法	27
2.2	分析方法	29
2.2.1	酶联免疫法	29
2.2.2	分光光度法	29
2.2.3	极谱法	29
2.2.4	薄层色谱法	30
2.2.5	液相色谱法	30

2.2.6 液相色谱质谱和液相色谱串联质谱法	31
2.2.7 其他方法	31
2.3 应用实例	31
2.3.1 凝胶色谱净化-液相色谱法同时检测食品中对位红、罗丹明 B、苏丹橙 G、苏丹红 I、苏丹红 II、苏丹红 III、苏丹红 IV 和苏丹红 7B 8 种偶氮染料	31
2.3.2 高效液相色谱法同时测定食品中碱性嫩黄 O、碱性橙、酸性橙 II、酸性金黄、玫瑰红 B、对位红、苏丹红 I 7 种非食用色素	32
2.3.3 固相萃取-高效液相色谱法同时测定调味品中 15 种工业染料	34
2.3.4 高效液相色谱电喷雾质谱法测定辣椒粉及辣椒酱中 23 种工业染料	34
2.3.5 固相萃取-超高效液相色谱串联质谱同时测定调味品中 12 种工业染料	41
参考文献	43
第 3 章 食品中硼砂的检测技术与应用	46
3.1 样品前处理技术	46
3.1.1 硼元素检测的前处理方法	46
3.1.2 硼酸检测的前处理方法	47
3.2 分析方法	47
3.2.1 光谱分析方法	47
3.2.2 色谱分析方法	50
3.2.3 其他方法	50
3.3 应用实例	51
3.3.1 光度法测定食品中的硼酸	51
3.3.2 非抑制离子色谱法测定食品中的硼砂	54
参考文献	55
第 4 章 食品中镇静剂类药物检测技术与应用	57
4.1 样品前处理技术	60
4.1.1 酶解	60
4.1.2 提取	60
4.1.3 净化	61
4.1.4 衍生化	62
4.2 检测方法	62
4.2.1 免疫分析法	63
4.2.2 薄层色谱法	63

4.2.3 气相色谱法	63
4.2.4 高效液相色谱法	63
4.2.5 气质联用法	64
4.2.6 液质联用法	65
4.3 应用实例	65
4.3.1 液相色谱-串联质谱测定保健食品和动物源性食品中的苯二氮卓类物质	65
4.3.2 气相色谱-质谱联用法检测镇静安神类中成药及保健食品中的镇静剂物质	73
参考文献	74

第5章 食品中 β -激动剂的检测技术与应用..... 78

5.1 样品前处理技术	79
5.1.1 提取方法	80
5.1.2 净化方法	80
5.2 分析方法	81
5.2.1 高效液相色谱法和液相色谱-质谱法	81
5.2.2 气相色谱和气相色谱质谱法	85
5.2.3 毛细管电泳法	87
5.2.4 免疫分析技术	88
5.2.5 生物传感器技术	88
5.3 应用实例	89
5.3.1 气相色谱质谱法测定动物源性食品中 β -受体激动剂残留	89
5.3.2 液相色谱-串联质谱法测定肝、肾和肉中 β -受体激动剂残留量	92
5.3.3 肉及肉制品中 β -兴奋剂的测定酶联免疫方法	96
参考文献	98

第6章 食品中三聚氰胺及其类似物的检测技术与应用..... 99

6.1 样品前处理技术	99
6.1.1 提取方法	100
6.1.2 净化方法	100
6.2 分析方法	101
6.2.1 高效液相色谱法	101
6.2.2 气相色谱-质谱法	102
6.2.3 液相色谱-串联质谱法	102

6.2.4 毛细管电泳法	103
6.2.5 近红外线吸收检测法	104
6.2.6 酶联免疫吸附法	104
6.2.7 拉曼光谱法	104
6.3 应用实例	105
6.3.1 气相色谱-质谱法测定植物源食品中三聚氰胺、三聚氰酸一酰胺、 三聚氰酸二酰胺和三聚氰酸	105
6.3.2 液相色谱-质谱/质谱法测定出口食品中三聚氰胺和三聚氰酸	110
6.3.3 酶联免疫吸附法测定生鲜乳中的三聚氰胺	116
6.3.4 高效液相色谱-串联质谱法测定食品中的尿素、缩二脲与双氰胺	118
6.3.5 高效液相色谱-质谱/质谱法检测蛋白食品中的掺假物	119
参考文献	125
第7章 食品中罂粟壳的检测技术与应用	128
7.1 样品前处理技术	129
7.1.1 提取方法	129
7.1.2 净化方法	130
7.2 分析方法	130
7.2.1 分光光度法	130
7.2.2 薄层色谱法	131
7.2.3 示波极谱法	131
7.2.4 气相色谱法	131
7.2.5 高效液相色谱法	131
7.2.6 气相色谱质谱联用法	132
7.2.7 液相色谱质谱联用法	133
7.2.8 免疫分析法	133
7.3 应用实例	133
7.3.1 火锅食品中罂粟碱、吗啡、那可丁、可待因和蒂巴因的测定 液相色谱- 串联质谱法	133
7.3.2 固相萃取-高效液相色谱法测定汤料中罂粟壳提取物	138
参考文献	139
第8章 食品中β-内酰胺酶的检测技术与应用	141
8.1 样品前处理技术	142
8.1.1 酶解条件	142

8.1.2	提取方法	142
8.1.3	净化方法	143
8.2	分析方法	143
8.2.1	微生物法	143
8.2.2	双流向酶联免疫法	144
8.2.3	碘量法	144
8.2.4	头孢菌素显色法	145
8.2.5	酸测定法	145
8.2.6	液相色谱法	145
8.2.7	基质辅助激光解吸傅立叶变换质谱法	146
8.3	应用实例	146
8.3.1	乳及乳制品中舒巴坦敏感 β -内酰胺酶类药物检验方法 杯碟法	146
8.3.2	快速高分离液相色谱-串联质谱法检测原乳中活性 β -内酰胺酶	149
8.3.3	基质辅助激光解吸傅立叶变换质谱法测定牛奶中 β -内酰胺酶的 残留量	151
8.3.4	碘量法对乳制品中 β -内酰胺酶的检测	152
参考文献		153
第9章 食品中万古霉素及类似物检测技术与应用		155
9.1	样品前处理技术	157
9.1.1	提取方法	157
9.1.2	净化方法	157
9.2	分析方法	158
9.2.1	色谱分离	158
9.2.2	质谱分析	159
9.3	应用实例	159
9.3.1	液相色谱-串联质谱法测定牛奶中万古霉素和去甲万古霉素残留	159
9.3.2	液相色谱-串联质谱法测定动物源性食品中万古霉素和去甲万古霉素	162
参考文献		165
第10章 食品中乌洛托品的检测技术与应用		167
10.1	样品前处理技术	167
10.1.1	提取方法	167
10.1.2	净化方法	168
10.2	分析方法	168

10.2.1 气相色谱法	168
10.2.2 高效液相色谱法	169
10.2.3 激光拉曼光谱法	169
10.3 应用实例	169
10.3.1 试剂和材料	170
10.3.2 仪器和设备	170
10.3.3 测定步骤	170
参考文献	173

第 11 章 食品中激素的检测技术与应用

11.1 样品前处理技术	178
11.1.1 提取方法	178
11.1.2 净化方法	178
11.2 分析方法	179
11.2.1 薄层层析法	179
11.2.2 荧光分光光度法	180
11.2.3 酶联免疫吸附测定法	180
11.2.4 高效液相色谱法	180
11.2.5 液相色谱-串联质谱法	180
11.2.6 气相色谱质谱法	181
11.3 应用实例	181
11.3.1 液相色谱-串联质谱法测定动物源性食品中激素残留量	181
11.3.2 液相色谱-串联质谱法测定动物源性食品中二苯乙烯类 激素残留量	186
11.3.3 液相色谱-串联质谱法测定动物源性食品中玉米赤霉醇类激素残 留量	188
11.3.4 液相色谱-串联质谱法测定动物源性食品中玉米赤霉醇类激素残 留量(免疫亲和柱法)	190
参考文献	194

第 12 章 食品中蓖麻油检测技术与应用

12.1 鉴别方法	197
12.1.1 颜色反应法	197
12.1.2 乙醇溶解法	198
12.1.3 气味沉淀法	198

12.1.4	浊度法	198
12.1.5	薄层色谱法	199
12.1.6	旋光度法	199
12.1.7	气相色谱-质谱法	200
12.1.8	^{13}C 核磁共振法	200
12.2	应用实例	201
12.2.1	乙醇溶解法	201
12.2.2	气味沉淀法	201
12.2.3	浊度法	201
12.2.4	旋光度法	201
12.2.5	气相色谱-质谱法	202
12.2.6	^{13}C 核磁共振法	203
参考文献		203
第13章 食品中喹诺酮类药物的检测技术与应用		205
13.1	样品前处理技术	207
13.1.1	提取方法	208
13.1.2	净化方法	208
13.2	分析方法	209
13.2.1	微生物法	209
13.2.2	免疫分析法	209
13.2.3	色谱法	210
13.2.4	毛细管电泳法	211
13.2.5	其他方法	211
13.3	应用实例	211
13.3.1	动物源性食品中喹诺酮类药物残留检测方法 微生物抑制法	211
13.3.2	动物性食品中氟喹诺酮类药物残留检测 酶联免疫吸附法	212
13.3.3	动物源性食品中喹诺酮类药物残留检测方法 液相色谱-质谱/ 质谱法	214
参考文献		217
第14章 食品中顺丁烯二酸酐检测技术与应用		219
14.1	样品前处理技术	220
14.1.1	提取方法	220
14.1.2	皂化	220