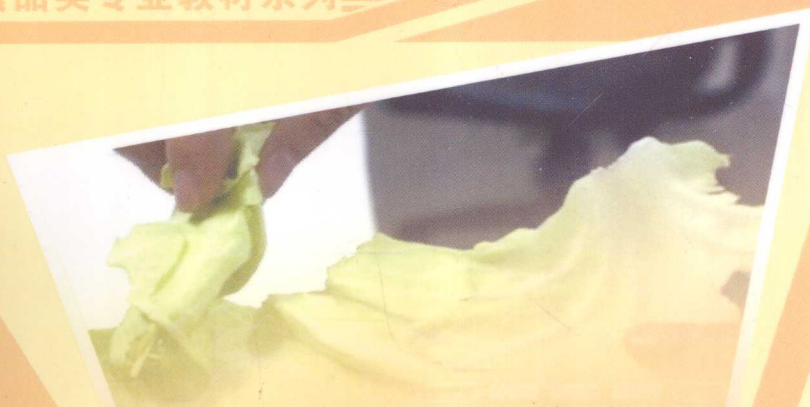




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列



# 食品检测技术

## 食品安全快速检测技术



总主编 朱克永  
主 编 揭广川  
包志华



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

高职高专食品类专业教材系列

# 食品检测技术

## 食品安全快速检测技术

总主编 朱克永  
主 编 揭广川 包志华  
副主编 姚玉静 陈 文 徐 静  
主 审 徐忠传 陆 绮

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书以食品产品和检测指标为对象,以食品安全快速检验与掺伪鉴别能力的培养为重点,紧密结合食品行业和食品安全快速检测技术发展现状,以及卫生部等部门公布的“食品中可能违法添加的非食用物质名单”为检测重点。本书主要内容包括快速检测基础知识、常见非食用物质和易滥用食品添加剂的速测技术、食品中常见农药与兽药残留速测技术、食品中有害有毒物质速测技术、食品安全微生物指标速测技术、食品常规理化指标速测技术、常见食品安全掺伪速测技术、食品加工贮藏安全度速测技术等。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可作为高职高专食品类专业及相关专业的教学用书,也可用做其他专业的教学参考书或职工培训教材,还可作为公众的生活科普读物。

### 图书在版编目(CIP)数据

食品检测技术:食品安全快速检测技术/朱克永总主编,揭广川,包志华主编. —北京:科学出版社,2010

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材·高职高专食品类专业教材系列)

ISBN 978-7-03-028619-2

I. ①食… II. ①朱… ②揭… ③包… III. ①食品检验-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 158451 号

责任编辑:沈力匀/责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2010年9月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—3 000 字数:280 000

定价:19.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(鑫丰华))

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高职高专食品类专业教材系列  
专家委员会

主任

贡汉坤 江苏食品职业技术学院

副主任

逯家富 长春职业技术学院

毕 阳 甘肃农业大学

陈莎莎 中国轻工职业技能鉴定指导中心

委员

侯建平 包头轻工职业技术学院

江建军 四川工商职业技术学院

朱维军 河南农业职业技术学院

莫慧平 广东轻工职业技术学院

刘 冬 深圳职业技术学院

王尔茂 广东食品药品职业学院

于 雷 沈阳师范大学

林 洪 中国海洋大学

徐忠传 常熟理工学院

郑桂富 安徽蚌埠学院

魏福华 江苏食品职业技术学院

陈历俊 北京三元食品股份有限公司

康 健 山西杏花村汾酒集团有限公司

陆 绮 香格里拉饭店管理集团

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高职高专食品类专业教材系列  
编写委员会

主 任

贡汉坤 王尔茂

副主任

江建军 逯家富 侯建平 莫慧平 陈莎莎

委 员 (按姓氏笔画排列)

丁立孝	于 雷	万 萍	马兆瑞	王传荣
王林山	王俊山	贝慧玲	付三乔	包志华
朱克永	朱维军	刘长春	刘江汉	刘 靖
苏新国	杨天英	杨昌鹏	李惠东	吴晓彤
张邦建	陈月英	武建新	罗丽萍	赵金海
赵晨霞	赵 晴	胡继强	姜旭德	祝战斌
徐兆伯	徐清华	徐 静	黄卫萍	黄亚东
覃 文	蔡 健	廖湘萍	翟玮玮	魏福华

## 前 言

为了认真贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出“加大课程建设与改革的力度，增强学生的职业能力”的要求、适应我国职业教育课程改革的趋势，我们根据食品行业各技术领域和职业岗位（群）的任职要求，以“工学结合”为切入点，以真实生产任务或（和）工作过程为导向，以相关职业资格标准基本工作要求为依据，重新构建了职业技术（技能）和职业素质基础知识培养两个课程系统。在不断总结近年来课程建设与改革经验的基础上，组织开发、编写了高等职业教育食品类专业教材系列，以满足各院校食品类专业建设和相关课程改革的需要，提高课程教学质量。

为了更好地实施《食品安全法》，提高食品质量安全检测从业人员的职业综合能力，适应我国高职食品类专业的教学改革需要，我们开发了“食品安全快速检测技术”新课程。本课程以食品产品和检测指标为对象，紧密结合食品行业和食品安全快速检测技术发展现状，以及卫生部等部门公布的“食品中可能违法添加的非食用物质名单”为检测重点，进行教材的开发和设计，力求突出教材的实用性和职业性。

本书由四川工商职业技术学院朱克永担任总主编，广东轻工职业技术学院揭广川、内蒙商贸职业学院包志华担任主编，广东食品药品职业学院姚玉静、广东省阳东县疾病预防控制中心陈文、温州科技职业学院徐静担任副主编，参编人员还有广东食品药品职业学院陈黎斌，广州市斯派仪器科技有限公司总经理叶富根。全书由江苏常熟理工学院徐忠传教授、香格里拉饭店管理集团区域食品安全经理陆绮担任主审。

本书经教育部高职高专食品类专业教学指导委员会组织审定。在编写过程中，得到教育部高职高专食品类专业教学指导委员会、中国轻工职业技能鉴定指导中心、广州市科学技术局的悉心指导，以及科学出版社的大力支持，同时还获得广州市科普项目“食品·健康（食品安全）科普园建设”（2009KP013）资助，谨此表示感谢。在编写过程中，参考了许多文献、资料，在此一并致谢。

本书是山西省高等职业教育教学研究与实践项目“食品类专业教材开发的研究与实践”（晋教高〔2007〕19号）的成果之一。本课程开发是在广东食品药品职业学院王尔茂指导下完成的。

由于编者水平有限，书中的错误和不足之处敬请读者批评指正。

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 基础知识</b> .....	1
1.1 食品安全检测技术现状 .....	1
1.2 食品快速检测常用技术 .....	4
1.3 食品安全检测常用的仪器与设备 .....	9
1.4 样本的采集与制备.....	11
<b>第 2 章 常见非食用物质的速测技术</b> .....	19
2.1 食品中可能存在的非食用物质.....	19
2.2 常见非食用物质的速测技术.....	21
<b>第 3 章 常见滥用食品添加剂的速测技术</b> .....	48
3.1 我国食品添加剂应用现状.....	48
3.2 食品中合成着色剂的检测技术.....	50
3.3 食品中防腐剂与甜味剂的速测技术.....	58
3.4 食品中亚硝酸盐和硝酸盐的速测技术.....	61
3.5 食品中铝、滑石粉与过氧化苯甲酰的检测技术.....	65
<b>第 4 章 食品中常见农药、兽药残留的速测技术</b> .....	70
4.1 农药残留的速测技术.....	70
4.2 磺胺类药物的速测技术.....	76
4.3 氯霉素、四环素、沙星类药物残留的速测技术.....	78
4.4 沙丁胺醇、盐酸克伦特罗残留的速测技术.....	81
4.5 水产品孔雀石绿、结晶紫的速测技术.....	84
<b>第 5 章 食品中有毒有害物质的速测技术</b> .....	87
5.1 食品中有毒物质的速测技术.....	87
5.2 食用油中毒害物质的速测技术.....	98
5.3 食品中其他物质的速测技术 .....	101
<b>第 6 章 食品安全微生物指标的速测技术</b> .....	109
6.1 菌落总数和大肠菌群的速测技术 .....	109
6.2 酵母和霉菌的速测技术 .....	112
6.3 常见致病菌的速测技术 .....	113
<b>第 7 章 食品常规理化指标的速测技术</b> .....	117
7.1 水分的速测技术 .....	117
7.2 蛋白质和氨基酸态氮的速测技术 .....	121
7.3 脂肪的速测技术 .....	126

---

7.4 总酸、酸价和过氧化值的速测技术 .....	127
<b>第8章 常见食品安全掺伪的鉴别与速测技术</b> .....	<b>130</b>
8.1 粮食类掺伪的鉴别与速测技术 .....	130
8.2 食用植物油脂掺伪的鉴别与速测技术 .....	133
8.3 肉、禽、蛋掺伪的鉴别与速测技术 .....	136
8.4 乳与乳制品掺伪的鉴别与速测技术 .....	144
8.5 酒、茶、饮料类掺伪的鉴别与速测技术 .....	152
8.6 调味品掺伪的鉴别与速测技术 .....	158
<b>第9章 食品加工储藏安全度的速测技术</b> .....	<b>168</b>
9.1 食品中心温度的速测技术 .....	168
9.2 紫外辐射照度的速测技术 .....	170
9.3 消毒剂中氯的速测技术 .....	172
<b>主要参考文献</b> .....	<b>174</b>



# 第1章 基础知识

## ☞ 知识要求

1. 了解食品快速检测的目的和任务。
2. 了解食品快速检测常用方法。
3. 了解食品快速检测设备。

## ☞ 能力要求

1. 能熟练掌握样品的采集与制备。
2. 能熟练查找食品安全快速检测的相关标准。

## ☞ 教学活动建议

1. 收集食品速测技术最新进展的相关资料。
2. 认真学习食品安全快速检测法规与标准。

## 1.1 食品安全检测技术现状

### 1.1.1 我国食品安全监管体系和检验检测体系状况

目前,我国建立了强大的食品安全监管体系,食品安全检验检测体系框架已经基本形成。在国内食品监管方面,建立一批具有资质的食品检验检测机构,形成了“国家级检验机构为龙头,省级和部门食品检验机构为主体,市、县级食品检验机构为补充”的食品安全检验检测体系。到目前为止,我国共有3913家食品类检测实验室通过了实验资质认定(计量认证),检测能力和检测水平达到或接近国际较先进水平。我国启动了“全国农产品质量安全检验检测体系”、“食品药品监督管理局基础设施项目”,国家质检总局和工商部门也在大力完善相应的检验检测体系。在进出口食品监管方面,形成了以35家“国家级重点实验室”为龙头的进出口食品安全技术支持体系,全国共有进出口食品检验检疫实验室163个,专业技术人员1189人。各实验室可检测各类食品中的农兽药残留、添加剂、重金属含量等786个安全卫生项目以及各种食源性致病菌。

### 1.1.2 我国的食品安全标准

截至2008年4月,中国已发布了涉及食品安全的国家标准1800余项,食品行业标

准 2900 余项, 其中强制性国家标准 634 项。涉及的范围包括: 农产品产地环境、灌溉水质、农业投入品合理使用准则; 动植物检疫规程; 良好农业操作规范; 食品中农药、兽药、污染物、有害微生物等限量标准; 食品添加剂及其使用标准; 食品包装材料安全标准; 特殊膳食食品标准; 食品标签标志标准; 食品安全生产过程管理和控制标准; 食品检测方法标准; 涉及粮食、油料、水果蔬菜及制品、乳与乳制品、肉禽蛋及制品、水产品、饮料、酒、调味品、婴幼儿食品等可食用农产品和加工食品, 基本涵盖了从食品生产、加工、流通到最终消费的各个环节。

经过我国食品安全检验实验室科研人员的多年努力, 我国在农药残留检测、兽药残留检测、重要有机污染物的痕量与超痕量检测、食品添加剂与违禁化学品检验方法、生物毒素和中毒控制中常见毒物检测、食品中重要人畜疾病病原体检测技术等方面的研究取得了很大进展。在食品添加剂、饲料添加剂与违禁化学品检验技术方面, 开展了纽甜、三氯蔗糖、防腐剂的快速检测, 番茄红色素、辣椒红色素、甜菜红色素、红花色素、白梨芦醇等的检测研究; 建立了阿力甜、TBH、姜黄素、保健食品中的红景天苷、15 种脂肪酸测定方法, 食品(焦糖色素、酱油)中 4-甲基咪唑含量的毛细管气相色谱分析方法, 芬氟拉明、杂氟拉明、杂醇油快速检验方法, 磷化物快速检验方法标准等。

例: GB/T 22388—2008《原料乳与乳制品中三聚氰胺检测方法》, GB/T 21662—2008《塑料购物袋的快速检测方法》, GB/T 5009.199—2003《蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速检测》, GB/T 4789.32—2002《食品卫生微生物学检验大肠菌群的快速检测》, SN/T 1869—2007《食品中多种致病菌快速检测方法 PCR 法》, NY/T 448—2001《蔬菜上有机磷和氨基甲酸酯类农药残毒快速检测方法》, SN/T 1768—2006《水产品中孔雀石绿和结晶紫及其代谢产物的快速测定方法》等。

### 1.1.3 食品安全与快速检测

#### 1. 食品安全与检测

在有效控制食品有害物质或有毒物质含量的前提下, 一切食品是否安全, 取决于制作、食用方式是否合理, 食用数量是否适当, 以及食用者自身的一些内在条件。食品安全性还随科学技术发展, 如检测方法的革新、临床毒理毒性的研究和生产工艺设备的改革而不断强化和完善。在强调从农田到餐桌的安全评估控制管理体系下, 过程分析可以较全面地反映食品安全所涉及的危害, 包括农产品种植养殖生长过程, 农作物采收、存储或运输(霉变或微生物污染), 食品加工、存储或运输(造成食品添加剂、重金属、微生物等污染和/或发生食品腐败变质)。

食品安全问题的出现以及世界所发生的各大因食品安全引发的事件, 需要加强对现代食品安全的检验检疫、监督检测、质量控制, 通过检验食品中有害物质含量, 以保证食品安全、无毒。控制食品质量安全的传统监测工作是基于对食品生产过程的检测, 具有一定的局限性, 因为它仅仅检测一批产品中的一小部分, 而这批产品中的某些不安全成品, 可能被错过, 未检出, 从而得出产品安全的错误判定。

## 2. 食品安全快速检测的作用

我国农产品、食品生产企业数量大、规模小、分散，且法治和自律意识很弱，而人口众多，消费人群和渠道也多，因而构成了食品安全问题多发，除了法律、法规、标准、管理等方面需要改进外，再就是一些客观因素的不足所致：一是食品安全检验室数量有限，尤其是欠发达地区和广大农村地区；二是检验成本较高，有些应该送检的样品未能及时送检；三是检验室的检验周期较长，有些样品如蔬菜、豆浆、鲜类食品等，没等检测报告出来食品就已销售完毕。因此现在食品安全检测仅靠常规的化学检测已不能满足现场快速判定的需要，尤其是对于大批量的样品常规检测耗时间长、成本高、要求相关条件复杂。而快速检测在现场用十几分钟甚至几十分钟即可判定该食品是否食用安全，既快速方便，又省钱。再者，对于政府监管部门对市场上产品的日常监测，由于样品量大，也可先用快速检测方法对其筛选，发现有问题的食品再上仪器定量分析，这样可以节省大量的人力物力。因此，速测技术近几年发展很快，在日常监测领域发挥了越来越重要的作用。

食品质量安全快速检测技术在全程质量控制中起到重要作用，在我国已被广泛用于农业、卫生管理监督部门以及工商、农贸市场、超市等部门开展食品药品质量、安全检测业务、突发性事件如食物中毒等的采样检测。

## 3. 食品快速检测的特点

所谓快速检测方法，首要的是能缩短检测时间，以及在样品制备、实验准备、操作过程和自动化上简化的方法，体现为三个方面：一是实验准备过程简化，使用的试剂较少；二是样品经简单前处理后即可进行测试，或采用高效快速的样品处理方式；三是简单、快速和准确的分析方法，能对处理好的样品在很短的时间内测试出结果。从广义上来讲，能将原有的检测方法时间缩短的都可以称为快速检测方法，但从严格意义上讲，快速检测方法与常规方法相比，除应具有准确性外，还应具有明显的简捷性、经济性与便携性。伴随快速检测出现的是“仪器革命”，传统的检测过程中，检测仪器昂贵，步骤复杂，对操作人员的要求比较高，而便携型或易用型设备操作简单，易于掌握，且对操作人员专业知识和技术的要求不高。这些便携型设备的出现使速测技术能够更适应现场检测的要求，为快速检测的普及提供了保障，特别是为基层检验人员提供了方便。

速测技术是相对于传统和经典的化学检测与仪器检测而言，其特点是需要的检测时间相对较少，对仪器设备等条件的要求不高，能够携带到交易（生产）现场（或在线）实施检测。食品安全快速检测可以扩大对食品安全不利因素的监测范围，增加食品样品的监测数量，及时发现问题，迅速采取控制措施，必要时将监测到的问题食品送实验室进一步检验，由此达到即发挥快速检测的特点，又充分利用检验室资源，快速检测方法与常规检测方法彼此互补，形成全方位的食品安全检测技术体系。

## 4. 食品快速检测的应用

食品安全快速检测分为实验室快速检测与现场快速检测。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快速定性与半定量。

随着高科技发展和研究的深入,大量快速和采用现代技术的检测方法不断出现,这些新的快速方法,一般都缩短了传统检测方法的时间,能够较快地得到检测结果,并且操作相对简单。

现在食品速测技术在下列食品安全领域得到广泛应用:

(1) 常见食物中毒与应急保障类:如农药、鼠药、金属毒物、有毒油脂、亚硝酸盐、甲醇、生豆浆、有毒豆角等的快速检测方法。

(2) 非法食品添加剂与劣质食品类:如掺杂造假、食品物理或化学性质的改变等。

(3) 食品生产、加工和储运控制环节类:如温度、洁净度、消毒效果等。

(4) 生物性污染类:如细菌总数、大肠菌群。在生物性污染项目中,致病菌是常见食物中毒因子。

## 1.2 食品快速检测常用技术

### 1.2.1 食品快速检测技术概述

目前,国内外化肥污染物硝酸盐快速测定方法主要有硝酸盐电极法、硝酸盐比色法、硝酸盐试粉法、硝酸盐试纸法。硝酸盐现场快速测定法是市场经济发展趋势,其特点是快速、稳定、灵敏、准确定量、携带方便。我国研究者在研究硝酸盐快速测定方法上已有了很大进展,研制出了硝酸盐试纸快速测定法。

食品金属污染物的检验技术,特别是快速检验技术的发展,是食品安全检验技术发展的重要方向之一。金属污染物速测技术首先从样品前处理制备入手,通过有效缩短样品前处理时间达到快速测定的目的。因为随着各种高效、灵敏、快速的金属污染物分析仪器(分析方法)的不断出现,传统的样品制备技术与之相比已不相适应,成为快速检验技术发展的主要障碍。微波溶样技术的出现和快速发展,有了一种很好的快速的样品预处理技术与金属污染物的快速准确的检验技术相配合,在一定程度上缩短了常规方法时间,达到食品安全快速检验目的。

在兽药残留检验方面,为了尽可能供应不含残留药物的食品,需要在各种各样复杂基质的检样中能对含量非常低的残留药物进行检测的方法以及定量和鉴定的分析方法。兽药残留快速检测方法有抑制试验法、试剂盒法(酶联免疫法)、放射免疫测定法等。

对食品中黄曲霉毒素快速、有效的检验方法可以检测食品是否受黄曲霉毒素的污染。通过检验食品中的黄曲霉毒素含量,保证消费者食用的食品不含黄曲霉毒素。

对于贝类毒素的测定,目前由于毒素的缺乏显得难以进行。在贝类毒素检测中,虽然也出现了使用酶联免疫快速分析方法,但由于易出现假阳性结果,难以控制等种种原因而不能得到推广。目前小鼠生物试验法检测麻痹型贝类毒素和腹泻型贝类毒素还是常用的分析方法。

近年来,随着生物技术的快速发展,新技术新方法在食品微生物检验领域得到了广

泛应用,有效提高了检测效率和检验速度。现行的一些快速检测方法用于微生物计数、早期诊断、鉴定等方面,大大缩短了检测时间,提高了微生物检出率。微生物快速方法包括微生物学、生物化学、生物物理学、免疫学和血清学等方面的结合应用。目前,对转基因产品的检测也提上了日程。总之,食品安全速测技术正在迅猛发展,不同领域进展不尽相同,但其应用价值日渐突出,快速检测方法已经成为发展的必然。

### 1.2.2 食品常用快速检测技术

#### 1. 化学比色分析法

化学比色分析法是根据食品中待测成分的化学特点,将待测食品通过化学反应,使待测成分与特定试剂发生特异性显色反应,通过与标准品比较颜色或在一定波长下与标准品比较吸光度值得到最终结果。化学比色分析法可分为利用普通化学原理与利用生物化学原理两大类。化学比色分析法的优点是操作相对简便,结果显示直观,检测灵敏度高。其不足之处是此类分析法会破坏食品,不能实现无损检测,只能用于抽样检测,无法对每一个样品都实行检测;此外,此类方法对化学反应自身条件依赖性较强,因此检测过程中受到的干扰因素比较多。化学比色分析法是目前应用比较普遍与成熟的方法,被广泛应用于各类食品分析中。

#### 2. 近红外和傅里叶变换红外光谱法

近红外和傅里叶变换红外光谱法是利用红外光线比较强的穿透能力,而试样中的含氢基团对不同频率的近红外光存在选择性吸收,因而透射的红外光就携带了有机物结构和组分的信息,通过检测器分析透射或反射光线的光密度就能确定该组分的含量。此类方法常用于生产的在线控制,其优点是检测成本低,分析速度快;不需前处理,免去了化学反应中的诸多影响因素,也避免了对环境的污染;实现了样品的无损检测,并且能够对样品的多个组分同时检测。它的缺点是不适于痕量分析,灵敏度较比色法低,且需要建立相关的模型数据库,需要大量的前期工作。近红外检测技术目前在在线检测产品中的水分、蛋白质、脂肪含量等指标方面已有较成熟的应用,已能检测的产品包括粮食、肉制品、牛乳、蔬菜、水果、油脂、饮料等。

#### 3. 免疫学分析法

免疫学分析法的检测原理是基于医学中的血清学检测方法,利用抗原与抗体的高度专一性特异反应来进行检测。抗原抗体的反应是一种非共价键特异性吸附反应,即通常情况下,抗原只和它自己诱导产生的抗体发生反应。在实际工作中应用最多的有两种方法,一种叫酶联免疫法(ELISA),它是将酶标记在抗体Ⅱ抗原分子上,形成酶标抗体Ⅱ酶标抗原,也称为酶结合物,将抗体抗原反应信号放大,提高检测灵敏度,之后该酶结合物的酶作用于能呈现出颜色的底物,通过仪器或肉眼进行辨别。另一种方法是试纸条法,它是将特异的抗体交联到试纸条上和有色物质上,当纸上抗体和特异抗原结合后,再和带有颜色的特异抗原进行反应时,就形成了带有颜色的三明治结构,并且固

定在试纸条上,如没有抗原,则没有颜色。免疫学分析法常用于检测有害微生物、农药残留、兽药残留及转基因食品,它的优点是特异性和灵敏度都比较高,对于现场初筛有较好应用前景。该法的不足之处是由于抗原抗体的反应专一性,针对每种待测物都要建立专门的检测试剂和方法,为此类方法的普及带来难度,如果食品在加工过程中抗原被破坏,则检测结果的准确性将受到影响。

目前,国外已经有相当成熟的利用免疫学分析法的商业化试纸条,如美国的 Charm Science Inc 研发的一系列用于检测牛乳中各种抗生素的免疫纸层析胶体金试纸条 ROSA 系列。试纸条上有一条保证试纸条功能正常的控制线和一条或几条显示结果的测试线。ROSA 系列包括能够检测牛乳中的磺胺二甲基嘧啶、 $\beta$ -内酰胺、四环素、喹诺酮等抗生素残留的试纸条,还包括能检测牛乳和谷物食品中黄曲霉毒素的试纸条。检测时,将牛乳样品滴加至试纸条上,将试纸条放入小型 ROSA 恒温培养器,8min 后取出试纸条,若是定性实验,则直接观察控制线与测试线颜色深浅,根据不同试纸条说明得到定性结果。

若是定量检测,则可将试纸条插入便携 ROSA 读数计,立刻就能显示结果。

#### 4. 生物传感器技术

生物传感器是由生物感应元件和与之紧密连接或组合的传感器所组成。传感器能将生物学事件转变成可以被后续处理的响应信号。生物传感器具有选择性好、响应快、样品需要量少、可微型化的优点。它的不足之处是一些识别元件的长期稳定性、可靠性、一致性方面存在问题,目前多数处于研制阶段,离批量生产尚有距离。

#### 5. 生物芯片检测法

所谓生物芯片技术是相对于计算机芯片而言,计算机芯片处理电子信息,而生物芯片则处理生物分子所携带的信息。生物芯片法的优点是自动化程度高,能够实现同时检测多种目标分子的目的,而且检测效率高,检测周期短。该法的不足之处在于前期需要大量已测知的 DNA 片段信息,检测费用仍偏高。由于生物芯片最初是用于 DNA 序列的测定,所以也被称为基因芯片,但是目前这一技术已经有了在蛋白质等非核酸领域的应用。目前按照检测对象分类,可以分为基因芯片、蛋白芯片等。按照制备技术标准又可分为点阵型芯片与实验室芯片。基因芯片是将许多特定的寡核苷酸片段或基因片段作为探针,有规律地排列固定于支持物上形成的 DNA 分子阵列。其工作原理是根据碱基配对的原理来检测样品的基因,也就是利用已知序列的核酸对未知序列的核酸序列进行杂交检测。DNA 探针技术属于点阵型基因芯片,它是在玻璃或塑料硅基片上制备已知碱基对序列的单链 DNA。分子 DNA 探针技术目前已经应用于食品中致病菌检验及转基因食品检测。实验室基因芯片是通过像制作集成电路那样的微缩技术将样品制备、定性定量分析等过程集于芯片上,使分析过程微型化、连续化,大大加快生物学分析速度。

## 6. 生物学发光检测法

生物学发光检测法,利用细菌细胞裂解时会释放出 ATP,ATP 自细菌细胞释放出来后,使用荧光虫素和荧光虫素酶可使之释放出能量,这些能量产生磷光,光的强度就代表 ATP 的量,从而推断出菌落总数。美国 NHD 公司推出 ATP 食品细菌快速检测系统的 Pro-file-1 3560 通过底部有筛孔的比色杯将非细菌细胞和细菌细胞分离,细菌细胞不能通过这种比色杯,之后用细菌细胞释放液裂解细菌细胞,检测释放出的 ATP 量则为细菌的 ATP 量,得出细菌总数。此检测系统与标准培养法比对,相关系数在 90%以上,且测定只需 5min,已被美军采用(图 1-1)。美国 CharmScience Inc 有一系列通过检测细菌的 ATP 量来控制不同食品卫生安全的产品,如检验食物表面的 PoctetSwab Plus、检测水产品表面的 WaterGiene™、检测生肉的 Charm CHEF 等,操作方法都是使用专用药签刮抹待测部位,然后将药签装入笔形管内,插入便携检测仪读数即可。

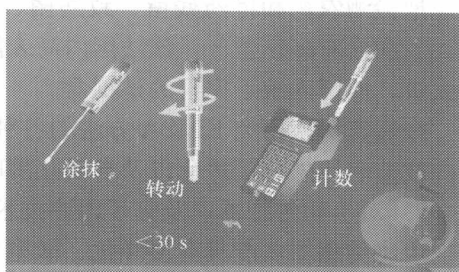


图 1-1 ATP (三磷酸腺苷) 食品细菌快速检测仪

## 7. 物理性质检测法

王林、赵镐等发明的便携式酒醇含量速测仪外表类似于折光仪,由镜筒、检测棱镜、盖板、取光筒、视度调节圈、目镜及含量刻度划分板组成。它的检测原理是随着水中乙醇浓度的增加,其折光率也有规律地上升,当甲醇存在时,折光率会随着甲醇浓度的增加而降低。检测时,只要将待测液涂抹于检测棱镜上,通过目镜即可直接读取乙醇含量。当酒中甲醇浓度超过 1%时,此设备即可适用。

### 1.2.3 食品快速检测技术的发展趋势

21 世纪世界性科技革命正在形成,各国都在加速技术创新和科技进步。从定性和定量检测技术两方面出发,准确、可靠、方便、快速、经济、安全检测方法是食品安全检测的发展方向,尽可能使速测技术的灵敏度及准确度能达到标准限量要求,至少要与标准方法检测结果相当,能在较短的时间内检测大量的样本,还必须具有实际应用价值。完善的食品安全保障体系应体现为:体系的完备,法律和法规及标准的健全,机构、人员和装备的完善,检验检测技术和仪器设备的先进,监控和检测的及时和有力,其中技术支撑是科学仪器和测试技术。目前我国速测技术的原理和仪器很多,但非常成熟和突出的不多,我国已产业化、成熟的仪器则更少。未来的研究方向可致力于以下几方面。

#### 1) 免疫分析方法与仪器

免疫分析方法与仪器包括放免、酶免、荧光免、化学发光免和胶体金标免等。农残酶免疫检测技术,被 AOAC 列为农残检测三大支柱技术之一,具有高特异性,能准确、

快速地检测农药和兽药残留、致病菌、毒素以及转基因等,检测仪器主要是酶联免疫仪,我国已有多家生产,该国内尚未能广泛使用的原因是仪器功能单一,且进口试剂盒太贵,而国内缺乏完善的试剂盒。

今后宜深入研究 ELISA 方法的各种影响因素,并向重组抗原、多项目标物、酶的定向改造和体外分子进化以及自动化酶联免疫技术方向发展。

#### 2) 对生物传感器以及分子印迹技术等新的速测技术予以高度关注

生物传感器功能具有多样化、微型化、智能化、集成化、低成本、高灵敏性、高识别性和实用性特点,引起国内外高度重视。种类很多,发展最快、已广泛应用的是表面等离子谐振 (SPR) 生物传感器,灵敏、快速,无需标记,便捷,实时。它与其他新技术强强结合将会推出一批新型的食品安全快速筛查、检测的方法和仪器,在国外以 BiacoreAB 和美国 TI 以及 Bio—RAD 为代表,其中尤以 BiacoreAB 为典型代表,它将 SPR 检测系统、生物传感芯片、微流控系统组合在一起,配以不同试剂盒,构成用于快速筛查和检测兽药残留、致病菌、毒素的系统。在我国以中科院电子所为代表已开发出三种 SPR 仪。发展方向是:高通量、高灵敏和便携、小型、微型等方面。

#### 3) 生物芯片及微缩芯片实验室

生物芯片具有高通量、高灵敏度和快速等特性,国际上对其应用于食品安全、疾病诊断等方面予以极大关注。我国国家生物芯片中心等单位已开发并生产食源性致病菌检测、食源性病毒检测和兽药残留检测的生物芯片技术平台(仪器和试剂盒),将进一步面向现场、速测以及微缩芯片实验室方向发展。

#### 4) 宜对特种电化学传感器予以重视

电化学传感器具有小巧、灵敏、多样化、低成本等优点,利用特种电化学传感器构建食品安全快速检测仪,国内外也都都很重视,例如,将纳米技术和电化学技术有机结合构建快速检测食品中有毒、有害重金属的仪器;运用新型纳米过氧化物传感器和纳米金属/氧化物传感器构成快速检测细菌总数和大肠杆菌的快速检测仪。这三种速测仪已列入国家科技支撑项目,且已出样机。

#### 5) 对酶的抑制法与仪器应用的认识

国内曾把酶抑制法和仪器首推为速测技术。近几年,已有十几种商品化仪器推出、推广。鉴于该方法只能检测有机磷和氨基甲酸酯两类农药,且对同类而不同种农药的抑制率差别很大,所以用统一的抑制率确定农药残留是否超标,必然会产生假阳性或假阴性的漏检,可说是当前“不得已而采用的速测法”。该法仅适用于基层初检,起着警示作用,若发现超标现象时,必须用标准方法复测、确证,阴性反应也应按比例抽样,用可靠的方法复测和确证。对快速检测方法的应用,在《农产品质量安全法》第 36 条第二款有明确的界定。

随着科学技术的发展,食品安全的快速检测方法在食品卫生检验方面起着越来越重要的作用。建立食品安全快速检测方法对食品生产、运输、销售过程中质量的监控具有十分重要的意义。从长远的发展来看,免疫学、分子生物学、自动化和计算机技术的发展对建立更敏感快捷的食品安全检测方法起到了积极促进作用。



## 1.3 食品安全检测常用的仪器与设备

### 1.3.1 我国食品安全检测仪器类型

科学仪器和测试技术是保证食品安全的技术支撑，食品安全检测技术主要包括八大类仪器与方法：检测农药残留的仪器；检测兽药、渔药残留的仪器；检测有毒有害元素及其价态分析的仪器；致病菌检验和细菌鉴定的仪器；转基因农产品检测仪器；检测农产品品质和营养成分的仪器；样品前处理的仪器设备；实验室必备的中小型仪器设备。

#### 1. 检测农药残留的仪器

检测农药残留的仪器包括以下几大类：

- (1) 有机氯农残检测的仪器。
- (2) 有机磷农残检测的仪器。
- (3) 氨基甲酸酯农残检测的仪器。
- (4) 拟除虫菊酯类农残检测的仪器。
- (5) 除草剂农残检测的仪器。
- (6) 农药多残留检测的仪器。

当今农药多残留检测得到发达国家高度重视，我国也公布了八个农药多残留检测的国标，所用的样品前处理技术方法各异，但所用的仪器均为 GC-MS 或 LC-MS-MS。

#### 2. 检测兽药、农药残留的仪器

兽药大致可分 15 类，检测的方法和仪器有同有异。

参考 AOAC、CAC、欧盟、日本标准及国标，农药和兽药残留检测中所需科学仪器及我国产业状况，现有兽药、农药残留的检测仪器可归纳如下：

- (1) 农残检测主要仪器是配有各种检测器的 GC，辅以 HPLC，并用 GC-MS 定性和确证。
- (2) 农残多残留检测仪器均为 GC-MS 或 LC-MS-MS。
- (3) 兽药残留检测仪器比农残检测档次要求更高，一般用 HPLC 或 GC-MS 检测，进一步用 HPLC-MS 和 HPLC-MS-MS 定性和确证。

#### 3. 检测有毒有害元素及其价态分析的仪器

最经典的用原子吸收光谱仪 (AAS)。具有我国自主知识产权的原子荧光光谱仪 (AFS) 很有特色，可检测砷、铅、汞、锡、硒、锗、铋等元素，灵敏度高，检出限低，可多元素同时检测，且价廉。ICP-MS 具有高灵敏度，检出限可达 ng/mL 级，已引起重视，但价格昂贵。

元素价态不同，毒性差异很大，国外多用 HPLC-AAS、GC-AAS、HPLC-ICP-MS