



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

食品安全快速检测

主 编 段丽丽

食 品 专 业
师 教 育



北京
北京
师范
大学
出版
集团



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

食品安全快速检测

主 编 段丽丽

副主编 句荣辉 宋晓晖 陈 静

京 师 职 业 教 育 食 品 专 业



北京
BEIJING
NORMAL
UNIVERSITY
出版
PUBLISHING
集团
GROUP
北京
北京
师范
师范
大学
大学
出版
出版
集团
集团
社
社

图书在版编目(CIP)数据

食品安全快速检测 / 段丽丽主编. — 北京: 北京师范大学出版社, 2014. 10

(“十二五”职业教育国家规划教材·食品专业)

ISBN 978-7-303-10708-7

I. ①食… II. ①段… III. ①食品安全—食品检验—高等职业教育—教材 IV. ①TS207

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 022567 号

营销中心电话 010-58802755 58800035
北师大出版社职业教育分社网 <http://zjfs.bnup.com>
电子信箱 zhijiao@bnupg.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnupg.com
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 三河市兴达印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 184 mm×260 mm
印 张: 18.5
字 数: 446 千字
版 次: 2014 年 10 月第 1 版
印 次: 2014 年 10 月第 1 次印刷
定 价: 29.80 元

策划编辑: 周 强	责任编辑: 邢自兴
美术编辑: 毛 佳	装帧设计: 毛 佳
责任校对: 李 菡	责任印制: 马 洁

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010—58800697

北京读者服务部电话: 010—58808104

外埠邮购电话: 010—58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010—58800825

编委会名单

- 主 编：段丽丽 北京农业职业学院
- 副主编：句荣辉 北京农业职业学院
宋晓晖 中国动物疫病预防控制中心
陈 静 北京物资学院
- 参 编：侯亚丽 重庆市兽药饲料检测所
李凌燕 北京农业职业学院
吕巧枝 北京农业职业学院
刘 超 北京农业职业学院
姜学军 北京宝得瑞食品有限公司
肖 芳 锡林郭勒职业学院
张璟晶 江苏农牧科技职业学院

内容简介

《食品安全快速检测》是一门应用性较强的专业教材，作为食品安全检测相关专业核心课程的必要补充，它介绍了适用于高职高专教学使用的食品安全现场快速检测技术与方法，亦可作为食品检验岗位工作者的参考用书。

本教材收录了涉及食品有害物质、劣质、掺伪食品的快速检测技术内容，以食品产品为主线，以快速检测为技术手段，按照理化检测指标划分为 11 个项目，44 个学习任务：快速检测技术基础、农药残留快速检测、兽药残留快速检测、食品添加剂快速检测、重金属快速检测、非法添加物快速检测、劣质和掺伪食品快速检测、食品微生物快速检测、生物毒素快速检测、包装材料有害物快速检测、转基因食品快速检测。每个学习任务按照目标要求、内容结构、任务描述、学习背景、工作准备、方案设计与实施、评价与反馈、知识拓展等环节开展教学，培养学生自主动手能力、团队协作能力、自主学习兴趣和结果判定能力。

前言

《食品安全快速检测》为“十二五”职业教育国家规划立项教材。本教材作为食品检验相关专业核心课程及专业选修课程用书，其内容与食品检验工等职业技能标准衔接，满足企业岗位需求，旨在培养适应食品行业所需技能型人才，探索校企合作，共同开发、有效促进学生职业技能和综合职业能力的形成和综合素质的提高。

本教材以“工作过程系统化”的思路整理教学内容，按照岗位群的典型工作任务划分行动领域，根据行动领域转化学习领域，继而根据学习领域设计情境教学。将涉及食品安全的快速检测技术分为11个项目，包括快速检测技术基础、农药残留快速检测、兽药残留快速检测、食品添加剂快速检测、重金属快速检测、非法添加物快速检测、劣质和掺伪食品快速检测、食品微生物快速检测、生物毒素快速检测、包装材料有害物快速检测、转基因食品快速检测。本课程以任务为导向，每个项目下分为若干工作任务，设计完成每项任务需要的知识和完成技能需要的载体，课程内容以岗位的需要为目标，在涉及理论知识的同时，更加注重技能的训练。教材将教学内容按项目任务编写，让学生在“学中做，做中学”，旨在激发学生的学习兴趣。除此之外，设计了一套评价考核方法，能更有效地检验和考核学生的学习成果。

本书由段丽丽、句荣辉担任主编，宋晓晖、陈静为副主编。参加编写的人员如下：绪论、项目一、项目四、项目六由段丽丽编写；项目二由句荣辉主要编写；项目三由侯亚丽编写；项目五由吕巧枝主要编写，肖芳补充编写；项目七由陈静主要编写；项目八由李凌燕主要编写，张璟晶参与编写；项目九由刘超主要编写；项目十由姜学军主要编写；项目十一由宋晓晖编写。

在编写的过程中，韩雅蕊等在资料提供与整理方面给予了大力支持，在此表示感谢。本书由于体例要求加入大量案例，引自食品行业各个领域，与此同时，还参阅了国内外有关专家学者的论著，在此一并感谢。本书涉及的检验项目多，内容广，加之编者水平和时间有限，书中难免有疏漏、不妥之处，敬请同行专家和广大读者批评指正。

编者

2014年6月

目 录

绪 论	1
项目一 快速检测技术基础	13
任务 1 样品的采集与保存	14
任务 2 样品的制备与预处理	20
项目二 农药残留快速检测	28
任务 1 果蔬中有机磷、氨基甲酸酯类农药的快速检测	30
项目三 兽药残留快速检测	41
任务 1 动物源性食品中瘦肉精的快速检测	43
任务 2 水产品中氯霉素残留的快速检测	49
任务 3 乳及乳制品中抗生素药物的快速检测	56
任务 4 肉及肉制品中磺胺类药物的快速检测	63
项目四 食品添加剂快速检测	74
任务 1 肉类制品及腌渍食品中亚硝酸盐的快速检测	79
任务 2 干果制品中二氧化硫的快速检测	83
任务 3 小麦面粉中过氧化苯甲酰的快速检测	86
任务 4 油炸食品中明矾含量的快速检测	88
任务 5 饮料中防腐剂的快速检测	91
项目五 重金属快速检测	100
任务 1 果蔬中铅的快速检测	101
任务 2 果蔬中汞的快速检测	104
任务 3 果蔬及其制品中砷的快速检测	106
任务 4 果蔬及其制品中镉和六价铬的快速检测	111
项目六 非法添加物快速检测	117
任务 1 白酒中甲醇的快速检测	119
任务 2 大米中石蜡、矿物油的快速检测	124
任务 3 牛奶中三聚氰胺的快速检测	125
任务 4 牛奶中尿素的快速检测	130

任务 5 水溶性非食用色素的快速检测	131
任务 6 米面制品中吊白块的快速测定	134
任务 7 苏丹红的快速测定	136
任务 8 水发食品中甲醛的快速检测	138
项目七 劣质和掺伪食品快速检测	143
任务 1 鲜牛奶掺假的快速检测	144
任务 2 葡萄酒掺假的快速检测	158
任务 3 蜂蜜掺假的快速检测	163
任务 4 注水肉掺假的快速检测	170
任务 5 油脂酸价和过氧化值的快速检测	175
任务 6 食醋掺假的快速检测	181
任务 7 劣质酱油的快速检测	184
项目八 食品微生物快速检测	191
任务 1 糕点中菌落总数的快速检测	192
任务 2 冷饮中大肠杆菌的快速检测	199
任务 3 糕点中霉菌和酵母菌的快速检测	212
任务 4 猪肉中沙门氏菌的快速检测	218
项目九 生物毒素快速检测	238
任务 1 黄曲霉毒素的快速检测	239
任务 2 赭曲霉毒素的快速检测	244
任务 3 龙葵碱的快速检测	246
任务 4 玉米赤霉烯酮的快速检测	247
任务 5 肉毒素的快速检测	250
项目十 包装材料有害物快速检测	256
任务 1 塑化剂的快速检测	257
项目十一 转基因食品快速检测	265
任务 1 玉米中转基因成分定性 PCR 快速检测	266
任务 2 食用油脂中转基因植物成分实时荧光 PCR 快速检测	271
任务 3 大豆中转基因成分定性 PCR 快速检测	275
附表 评价反馈表	283
参考文献	284

绪 论

知识目标

1. 了解食品安全快速检测的概念。
2. 掌握食品安全快速检测的意义、技术分类。
3. 了解食品安全快速检测技术的发展趋势等相关知识。

一、食品安全快速检测概述

随着社会经济的发展,人们的生活水平得到了很大的提高,人们的食品数量、种类较以往有了极大的发展。然而,在这种迅猛的商品经济运行中,我国的食品无论是农副产品还是加工食品质量均是良莠不齐,近年来,出现了许多大大小小的食品安全事故,妇孺皆知的三聚氰胺事件、瘦肉精事件已经成为食品安全的典型事件。而在全球,近几十年来也发生了许多重大食品安全事件,如1986年欧洲“疯牛病”、1999年二噁英污染及罐装可口可乐污染、2000年日本“雪印牌毒牛奶”、2006年英国吉百利公司“沙门氏菌”事件等。各国政府对食品安全越来越重视。而在食品安全保障工作中,食品安全快速检测技术具有重要的意义,在很多情况下,如对农贸市场的生鲜食品、超市的短期储存食品等进行食品安全监督乃至经营商自身管理都需要应用快速检测技术。在一些重大社会活动如奥运会、世博会等活动中以及一些日常卫生监督过程中,食品安全快速检测技术也是一种重要的保障手段。

食品安全快速检测并不是一类既定的检测方法,目前也没有严格的定义,普遍从检测时间方面区别于经典检测方法。从广义上来讲,包括样品制备在内,能够在短时间内出具检测结果的行为称之为快速检测。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。一般认为,理化快速检验方法包括制备样品在内,能够在2 h以内出具检测结果,即可视为实验室快速检测方法;如果

某一方法能够应用于现场快速检测,在 30 min 内出具检测结果,即可视为现场快速检测方法;如果能够在十几分钟甚至几分钟内得到检测结果,可视其为比较理想的现场快速检测方法;与传统检验方法相比,微生物快速检测方法能够大幅度缩短检测时间(缩短 1/2 或 1/3 时间);发现阳性结果或超标样品时,能用传统方法复检(特殊样品除外),其结果基本相同的方法,可视为快速检测方法。

二、食品安全快速检测的意义

食品安全快速检测技术可以对大批量的样品进行快速的筛查,减少和缩小实验室样品的检测范围,发现可疑样本,然后可以有针对性地采集样品和进行实验室确证实验,从而缩短检测时间、降低检测成本,提高监督、检验的效率。更重要的是,通过快速检测技术尤其是现场快速检测可以增加样品的检测数量、扩大食品安全监控范围,并且可以减轻实验室检测的压力。食品安全快速检测技术迎合了食品企业内部及监管检测部门对食品质量安全及时控制的需要,因此食品快速检测技术具有重要意义。

第一,快速检测是食品安全监管人员的有力工具。在日常卫生监督过程中,除感官检测外,采用现场快速检测方法,及时发现可疑问题,迅速采取相应措施,这对提高监督工作效率和力度,保障食品安全有着重要的意义。

第二,快速检测是实验室常规检测的有益补充。为了保障食品安全,需要检测的产品、半成品以及生产环节有很多,一一采集样品送实验室检测是不现实的。采用快速检测,可使食品安全预警前移,可以扩大食品安全控制范围。对有问题的样品必要时送实验室进一步检测,既提高了监督检测效率,又能提出有针对性的检测项目,达到现场检测与实验室检测的有益互补。

第三,快速检测是大型活动卫生保障与应急事件处理的有效措施。在大型活动卫生保障中,可以防止发生群发性食物中毒事件;在应急事件处理中,可以快速筛查食物中毒可疑因子,从而发挥快速检测方法的特殊作用。

第四,快速检测是中国国情的一种需要。中国近 30 年来经济快速发展,社会处于转型时期,而且还会持续相当长的一段时期。在这种迅猛的商品经济运行中,食品安全也出现了一些问题,如农药、鼠药、甲醇、亚硝酸盐等群发性食物中毒,甲醛、吊白块、注水肉、瘦肉精、三聚氰胺等事件的发生等。中国在提高食品安全整体水平方面仍有很长的路要走,快速检测将会在其中起到积极有效的作用。

三、食品安全快速检测技术分类

1. 按照检测场地分类

食品安全快速检测按检测场地可以分为现场快速检测和实验室快速检测。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和半定量;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定量。前者侧重于将一切可以利用的手段从实验室应用于现场检测,而后者则是着重于挖掘现有的设备潜力、更新仪器设备以及改变样品的前处理方式。

2. 按照检测技术手段分类

目前国内外常用的快速检测技术有化学比色分析技术、生物传感器技术、酶抑制技

术、免疫学技术、分子生物学检测技术等。有时候是几种技术的结合以进行食品安全的快速检测。

(1) 化学比色分析技术

化学比色分析技术是利用迅速产生明显颜色的化学反应检测待测物质,通过与标准比色卡进行目视定性或半定量分析。目前,常用的化学比色法包括各种检测试剂和试纸,随着检测仪器的不断发展,与其相配套的微型检测仪器也相应出现。化学比色分析法与一般的仪器分析方法相比,具有价格便宜,操作相对简便,结果显示直观,一次性使用,不需检修维护,具有一定的灵敏度和专一性等一系列优点,非常适于食品安全的现场检测。化学比色分析技术在有机磷农药、硝酸盐、亚硝酸盐、甲醛、二氧化硫、吊白块、亚硫酸盐等化学有害物质的检测方面已经得到了广泛应用,在菌落总数、大肠菌群、霉菌、金黄色葡萄球菌等微生物的检测方面也有不少应用。

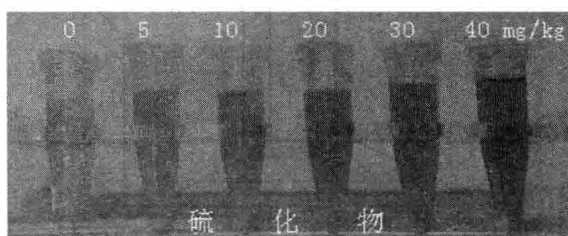


图 0-1 味精漂白剂硫化物的比色法快速检测

(2) 酶抑制技术

酶抑制技术是利用有机磷和氨基甲酸酯类农药抑制胆碱酯酶(ChE)的特异性生化反应。酶抑制技术是研究比较成熟、在国内应用最广泛的快速检测技术之一。胆碱酯酶主要分为乙酰胆碱酯酶(AChE)和丁酰胆碱酯酶(BuChE),农药对其的抑制由于来源不同而有差异,对农药残留量的检测精度也因不同品种的农药产品而不同,包括酶抑制率法和速测卡法。但是酶抑制率法只能检测有机磷和氨基甲酸酯两类农药,且对同类、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,必然会导致假阳性或假阴性的漏检。酶抑制技术是目前不得已而采用的速测法,该方法仅适用于基层初检,在发现超标现象时,必须用标准方法进行复测确证,这在《农产品质量安全法》第三十六条第二款中有明确的规定。对于阴性结果,也应按比例进行抽样,采用可靠的方法进行复测确证。

(3) 生物传感器技术

生物传感器是通过被测定分子与固定在生物接收器上的敏感材料发生特异性结合,并发生生物化学反应,产生热焓变化、离子强度变化、pH 变化、颜色变化或质量变化等信

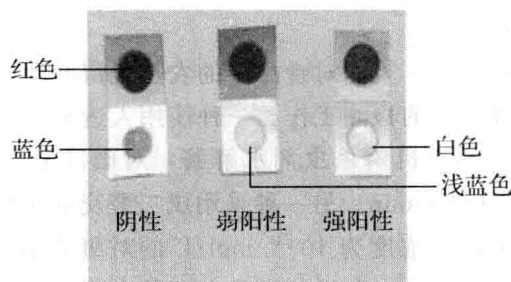


图 0-2 农药残留速测卡

号,且反应产生的信号的强弱在一定条件下与特异性结合的被测定分子的量存在一定的数学关系,这些信号经换能器转变成电信号后被放大测定,从而间接测定被测定分子的量。根据生物识别元件和生物功能膜的不同,生物传感器可分为酶传感器、免疫传感器、微生物传感器、组织传感器、细胞传感器、类脂质膜传感器、DNA杂交传感器等。生物传感器的特点是高特异性和高灵敏度,其高特异性是由生物分子特异性识别所决定的。

有试验表明,采用酶免疫电流型生物传感器可实现对存在于食品中少量的沙门氏菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌等的检测。

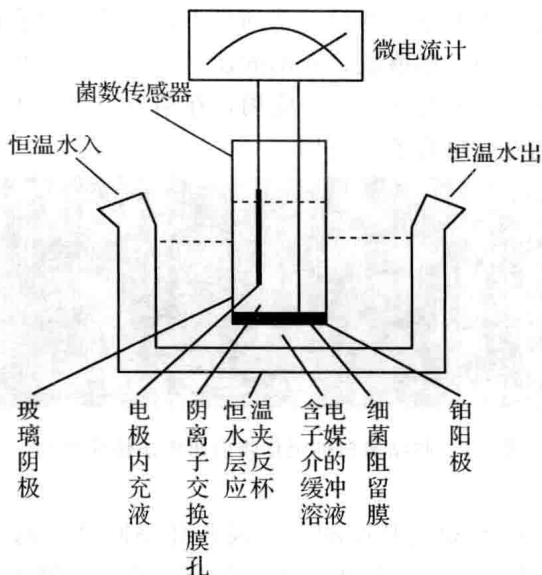


图 0-3 菌数传感器

生物传感器在食品分析中的应用包括食品成分、食品添加剂、有害毒物及食品鲜度等的测定分析。

①食品成分分析。在食品工业中,葡萄糖的含量是衡量水果成熟度和储存寿命的一个重要指标。已开发的酶电极型生物传感器可用来分析白酒、苹果汁、果酱和蜂蜜中的葡萄糖。其他糖类,如果糖,啤酒、麦芽汁中的麦芽糖,也有成熟的测定传感器。

②食品添加剂分析。亚硫酸盐通常用作食品工业的漂白剂和防腐剂,采用亚硫酸盐氧化酶为敏感材料制成的电流型二氧化硫酶电极可用于测定食品中的亚硫酸盐含量,测定的线性范围为 $0 \sim 0.6 \text{ mmol/L}$ 。又如饮料、布丁等食品中的甜味素,有报道科学家采用天冬氨酸结合氨电极测定,线性范围为 $2 \times 10^{-5} \text{ mol/L} \sim 1 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ 。此外,也有用生物传感器测定色素和乳化剂的报道。

③农药残留量分析。近年来,人们对食品中的农药残留问题越来越重视,各国政府也不断加强对食品中的农药残留量的检测工作。一种使用人造酶测定有机磷杀虫剂的电流型生物传感器已经面世,它利用有机磷杀虫剂水解酶,对硝基酚和二乙基酚的测定极限为 10^{-7} mol ,在 40°C 下测定只要 4 min。另一种采用戊二醛交联法将乙酰胆碱酯酶固定在铜丝碳糊电极表面,制成的可检测浓度为 10^{-10} mol/L 的对氧磷和 10^{-11} mol/L 的克百威的生物传感器,可用于直接检测自来水和果汁样品中两种农药的残留量。

④微生物和毒素的检测。食品中病原性微生物的存在会给消费者的健康带来极大的危

害,食品中的毒素不仅种类多而且毒性大,大多有致癌、致畸、致突变作用,因此,加强对食品中的病原性微生物及毒素的检测至关重要。食用牛肉很容易被大肠杆菌 O157:H7 所感染,因此,需要快速灵敏的方法检测和防御大肠杆菌 O157:H7 一类的细菌。光纤生物传感器可以在几分钟内检测出食物中的病原体(如大肠杆菌 O157:H7),而传统的方法则需要几天时间。这种生物传感器从检测出病原体到从样品中重新获得病原体并使它在培养基上独立生长总共只需 1 天时间,而传统方法需要 4 天时间。还有一种快速灵敏的免疫生物传感器可以用于测量牛奶中双氢除虫菌素的残余物,它是基于细胞质基因组的反应,通过光学系统传输信号,已达到的检测极限为 16.2 ng/mL ,并且 1 天可以检测 20 个牛奶样品。

⑤食品鲜度的检测。食品工业中对食品鲜度尤其是鱼类、肉类的鲜度检测是评价食品质量的一个主要指标。以黄嘌呤氧化酶为生物敏感材料,结合过氧化氢电极的生物传感器,通过测定鱼降解过程中产生的肌苷一磷酸(IMP)、肌苷(HxR)和次黄嘌呤(Hx)的浓度,从而评价鱼的鲜度,其线性范围为 $5 \times 10^{-10} \text{ mol/L} \sim 2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$ 。

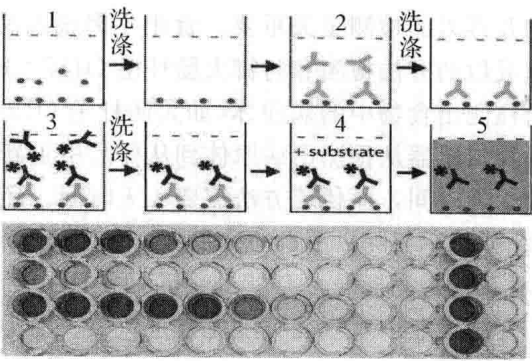
(4)免疫学技术

现在,免疫学检测技术是食品检测技术中的一个重要组成部分,特别是三大免疫技术——荧光免疫技术、酶免疫技术和放射免疫技术在食品检测中得到了广泛应用。利用免疫学检测技术可检测细菌、病毒、真菌、各种毒素、寄生虫等,还可用于蛋白质、激素、其他生理活性物质、药物残留、抗生素等的检测。其检测方法简便、快速、灵敏度高、特异性强,特别是单克隆抗体技术的发展,使得免疫学检测技术特异性更强,结果更准确。联合国粮农组织(FAO)已向许多国家推荐免疫学检测技术。因此,人们称免疫学检测技术是 21 世纪最具竞争性和挑战性的检测分析技术。

①免疫荧光技术在食品检测中的应用。免疫荧光分析(Immuno Fluorescence Assay, IFA)始创于 20 世纪 40 年代初,1942 年康斯(Cons)等首次报道用异硫氰酸荧光素标记抗体,检查小鼠组织切片中的可溶性肺炎球菌多糖抗体,但此种荧光素标记物的性能较差,未能推广应用。20 世纪 50 年代,Riggs 等合成出性能较为优良的异硫氰酸荧光素。Mashall 等对荧光抗体的标记方法又进行了改进,从而使得免疫荧光技术逐渐得到推广应用。免疫荧光技术包括底物标记荧光测定法、荧光偏振免疫测定法、荧光淬灭免疫测定法、荧光增强免疫测定法。

②酶免疫技术在食品检测中的应用。酶联免疫吸附法(简称 ELISA)始创于 20 世纪 70 年代,在测定时,把受检标本(测定其中的抗体或抗原)和酶标抗原或抗体与固相载体表面的抗原或抗体起反应,结合在固相载体上的酶量与标本中受检物质的量有一定的比例,加入酶反应的底物后,底物被酶催化变为有色产物,产物的量与标本中受检物质的量直接相关,根据颜色反应的深浅进行定性或定量分析,是一种把抗原和抗体的特异性免疫反应和酶的高效催化作用有机结合起来的检测技术。随着单克隆抗体技术的发展应用及免疫试剂盒的商业化,ELISA 已广泛应用于食品分析检测中。这一技术因其高度的准确性、特异性、应用范围广、检测速度快以及费用低等优点,成为目前食品检测中令人瞩目的、有发展前途的一种新技术。ELISA 的主要类型有夹心法、间接法、竞争法、捕获包被法、亲和素标记法等,其中竞争法测定的是小分子抗原,适用于食品安全分析。ELISA 技术把抗原或抗体特异性与酶反应的敏感性相结合,使食品在未经分离提取的情况下,即可进行定性和定量分析。在 ELISA 法中,抗原抗体的反应易受基体的干扰而出现假阳性,甚至有

时假阳性率高达 30 %；同时抗体易与目标组分的代谢物反应而导致结果不准确。



1. 加入待测物形成固相抗原；2. 加入抗体；3. 加入酶标二体；4. 加入底物；5. 加入终止液

图 0-4 间接 ELISA 测试



图 0-5 抗生素 ELISA 试剂盒

表 0-1 ELISA 试剂盒在食品安全快速检测中的应用

检测项目	检测限	食品类型
氯霉素	0.1 ng/mL	肉制品、水产品、奶制品、蜂蜜等动物源性食品
蓖麻毒素	0.4 ng/mL	水产品、奶制品
孔雀石绿	0.6 μg/mL	鱼、虾等水产品
胶质纤维蛋白	0.2 %	肉等食品
葡萄球菌 C2 型肠毒素	15 pg/mL	牛奶
青霉素	0.1 μg/mL	肉类、水产品、牛奶、蜂蜜
瘦肉精(克伦特罗、莱克多巴胺、沙丁胺醇)	0.025 ng/mL	猪肉、畜禽肉及肉制品

③放射免疫技术在食品检测中的应用。放射免疫技术(Radio Immuno Assay, RIA)是以放射性核素为标记物的标记免疫分析法。是由 Yalow 和 Berson 于 1960 年创建的标记免疫分析技术。由于标记物放射性核素的检测灵敏性,本法灵敏度高,测定准确性良好,特别适用于蛋白质、激素和多肽的精确定量测定。RIA 测定就是应用放射性物质代替 ELISA 中的标记酶作为抗原或抗体偶联物,在食品安全检测中最常见的同位素是 ^3H 和 ^{14}C 。1981 年,RIA 首先用于检测人的血液和莴苣叶片上的对硫磷残留量,检测限为 $10\text{ ng/L}\sim 20\text{ ng/L}$,检测水中的残留量可达 4 ng/mL 。1978 年,Charm 在 RIA 技术的基础上发展了放射免疫检测技术(RRA),放射免疫检测在快速检测方面最成功的是 Charm II 6600/7600 抗生素快速检测系统。该系统就是利用专一受体来识别结合于同一类抗生素族中的母环,以便最快速同时检测同一抗生素族在样品中的残留情况。目前,Charm I / 7600 检测系统就 β -内酰胺类、氯霉素类、四环素类、磺胺类、氨基西林及碱性磷酸酶这六项检测已被美国食品药品监督管理局(FDA)认可。RIA 由于可以避免假阳性,适宜于阳性率较低的大量样品检测,已广泛应用于水产品、肉类产品、果蔬产品中的农药残留量的检测。还可检测经食品传播的细菌及毒素、真菌及毒素、病毒和寄生虫及小分子物质和大分子物质。RIA 因标记物具有放射性污染且易衰变、不便于携带、难以实现操作和测量的自动化而限制了该技术的推广应用,并逐渐被非放射性标记法所取代。

④免疫胶体金检测技术在食品检测中的应用。免疫胶体金检测技术又叫胶体金试纸法、Rosa. Tests 法,是利用胶体金颗粒进行标记的一项技术,将特异的抗体交联到试纸条上和有色物质上,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,当试纸条上抗体和特异抗原结合后,再和有色物质进行反应时,就形成带有颜色的三明治结构,并且固定在试纸条上,如无抗原则没有颜色。该技术常用于检测有害微生物、农药残留、兽药残留、转基因食品及食品中非法添加物如三聚氰胺等、猪肉中瘦肉精等的检测。该方法可在 10 min 内快速检测牛奶中的抗生素,利用该技术可检测的抗生素种类有 5 种,包括 β -内酰胺、四环素、磺胺二甲嘧啶、恩诺沙星和黄曲霉毒素,可检测的 β -内酰胺药物有氨苄西林、阿莫西林、氯唑西林、头孢噻吩、头孢霉素和青霉素 G 等。

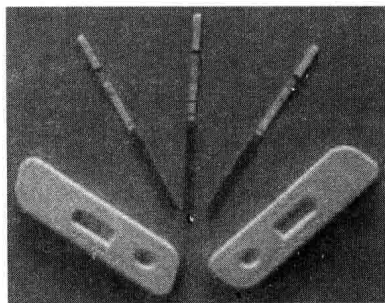


图 0-6 兽药胶体金试纸卡

免疫胶体金检测方法结果直观、操作简单、特异性和灵敏度高,对于现场初筛有较好的应用前景,不足之处是由于抗原抗体的反应转移性,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。另外,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,国内外均有相当成熟的免疫胶体金试纸条。

⑤单克隆抗体技术在食品检测中的应用。1975年,科勒(Kohler)和米尔斯坦(Milstein)发现,将小鼠骨髓瘤细胞和绵羊红细胞免疫的小鼠脾细胞进行融合,形成杂交细胞既可产生抗体,又可无限增殖,从而创立了单克隆抗体杂交瘤技术。这一技术为医学和生物学基础研究开创了新纪元,是免疫学领域的重大突破。单克隆抗体在食品检测中最大的优点是特异性强,不易出现假阳性,在食品检测中有广泛的应用前景。目前人们已制备出各种经食品传播和引起食物中毒的细菌及毒素、真菌及毒素、病毒、寄生虫、农药、兽药、激素等的单克隆抗体并建立检测方法。希尔莱基德(Shirazid)等采用戊二醛青霉素化反应等不同的免疫原合成方法,免疫小鼠,筛选出单克隆抗体检测牛奶和畜产品中 β -内酰胺类抗生素残留,最低检测限度为 $2.5\text{ ng/mL}\sim 5\text{ ng/mL}$ 。磺胺二甲嘧啶和克伦特罗瘦肉精这两种药物被欧美各国和我国列为兽药残留控制重点,国内研究出了用于动物性食品中磺胺二甲嘧啶检测的单克隆抗体试剂盒和克伦特罗残留检测的多克隆试剂盒,这两种试剂盒具有特异性强、仪器化程度低、样品前处理简单、检测时间短等优点。

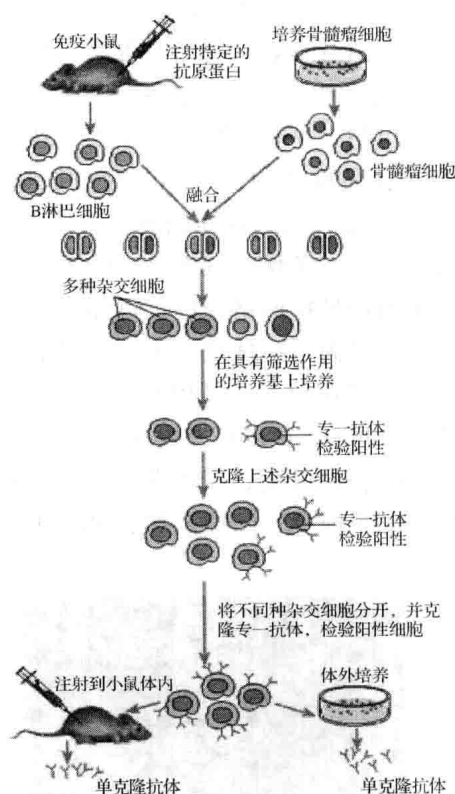


图 0-7 单克隆抗体制备流程图

单克隆抗体检测技术可在 10 min 内快速检测有机磷类、氨基甲酸酯类、有机氯类、拟除虫菊酯类及激素类的残留量,为保障食品的优质安全提供技术支持。此外,国外还建立了肉制品中的沙门氏菌、单核增生李特氏杆菌、奶中氯霉素等的单克隆抗体检测方法。食品储藏过程中会受到霉菌污染,现已从青霉、毛霉等霉菌中提取出耐热性抗原制成单克隆抗体,用 ELISA 方法可检出加热和未加热食品中的霉菌。

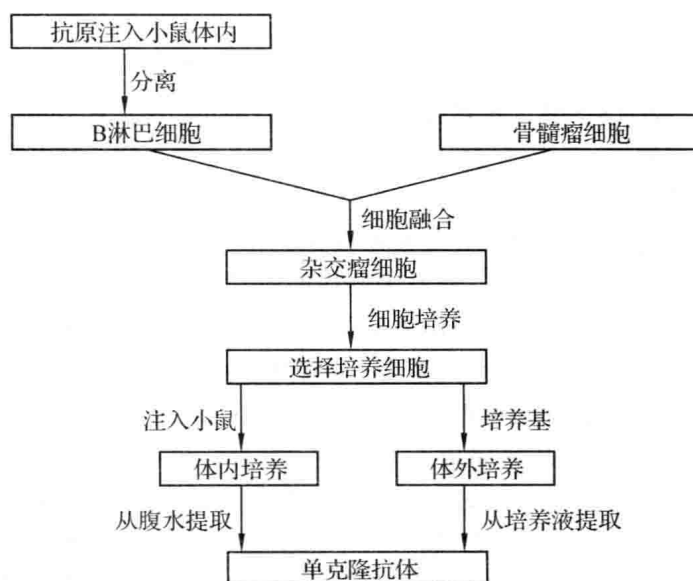


图 0-8 单克隆抗体制备流程简图

免疫反应最大的特点是高度选择性，作为一种分析手段，免疫分析技术操作简单、速度快、分析成本低，在食品安全检测中已表现出巨大的应用潜力。随着免疫技术的发展，标准化的抗体将会生产与供应，灵敏、抗干扰强的标记物和标记方法的发展，加上多残留组分免疫测定技术的应用和免疫分析的自动化，免疫分析技术与其他技术联用，分子印迹技术、流动注射免疫分析技术和免疫核酸探针技术等新方法在食品检验中的应用，免疫学检测技术必将在食品安全检验中发挥越来越重要的作用。

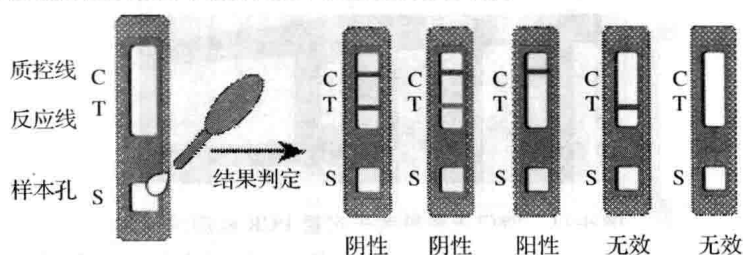


图 0-9 胶体金标记盐酸克伦特罗单克隆抗体速测卡

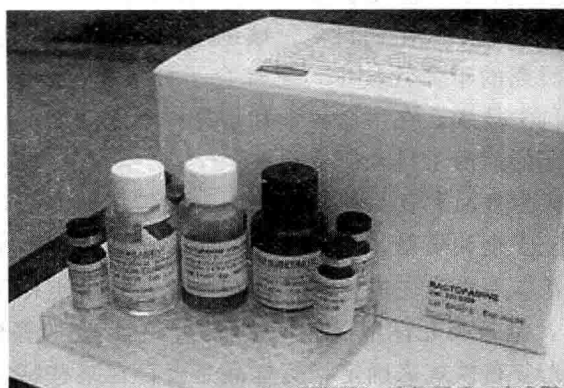


图 0-10 克伦特罗单克隆抗体 ELISA 试剂盒