

现场快速检测在食品安全监督中的应用及展望

朱小红^{1,2}

(1. 苏州工业园区疾病防治中心, 江苏苏州 215021;
2. 苏州大学放射医学与公共卫生学院, 江苏苏州 215000)

摘要:随着人民生活水平的提高,人们对食品的安全问题越发重视。食品安全是关系到人民生命安全的重大问题,在所采取的保障食品安全的诸多措施中,食品安全“现场快速检测”由于其快速、准确、方便、节约等特点,越来越受到监督管理部门的青睐,特别在大型活动安全保障、食品安全现场检查中尤为突出。本文主要介绍了现场快速检测的特点、国内外应用情况、技术支撑及其在安全监督中的应用前景。

关键词:现场快速检测,食品安全,应用前景

Application of on-site fast detection for food safety

ZHU Xiao-hong^{1,2}

(1. Suzhou Industrial Park Centers for Disease Control and Prevention, Suzhou 215021, China;
2. School of Radiation Medicine and Public Health, Suzhou University, Suzhou 215000, China)

Abstract: With the improvement of people's living standards, people paid more and more attention to food safety. Food safety is a major problem relating to people's lives and safety. Among all the protection measures, "on-site fast detection for food safety" due to its rapid, accurate, convenient and economical properties, has become more and more popular in supervision department especially in the security at major events. Its characteristic, application at home and abroad, technical support and future prospects in the security applications were stated in this article.

Key words: on-site fast detection; food safety; application

中图分类号: TS201.6

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2010)08-0303-05

我国改革开放以来,社会经济全面发展,在人们追求和谐社会的呼声中也出现了不和谐的音符,众所周知的阜阳奶粉、三聚氰胺、红心鸭蛋等事件令人发指,重金属、细菌引起的食品污染、掺杂造假、超范围使用添加剂、农药残留食物中毒等状况频频出现,局部或大面积食品安全事故时有发生,所有这些食品安全事件不仅威胁到消费者的生命安全与健康,也影响了经济的发展、社会的稳定。食品安全事件屡屡发生的原因是多方面的,除了法律、法规、标准、管理等方面需要改进的问题外,再就是一些客观因素的不足所致。其中检测技术落后导致的发现不及时和处置措施不利是一项重要原因,我们越来越感觉到由于实验室检测方法存在设置有限、样品检测数量有限、检验周期较长等局限,已远远满足不了食品安全保障的需求,而现场快速检测技术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

既发挥快速检测的特点,又充分利用实验室资源,使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。从而可以更好地维护食品安全,保护人民健康,促进社会和谐。

1 现场快速检测的概念及其必要性

现场快速检测是利用一切可以利用的手段快速出具检验结果。如果方法能够应用于现场,在30min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,可将其视为比较理想的现场快速检测方法。实验室检测的局限和现场快速检测的优势决定了现场快速检测的必要性。

1.1 实验室检测的局限

实验室检测有以下几个方面的局限:a.实验室设备有限而且不方便随意移动到现场,对生产中的各个环节不能随时监控;b.实验室检测周期较长,从采样、运送、排队等候测定、出具结果往往需要很多天甚至数周,而很多食品如新鲜蔬菜的农药残留测定、大型保障活动中菜肴的检测都需要及时测定结果,否则待实验室结果出来,食物早就消耗完毕,安全保障无法实现;c.实验室检测工作量大、费用高,由于实

收稿日期:2009-07-22

作者简介:朱小红(1982-),女,科员,研究方向:流行病与卫生统计。

验室的人力、物力及仪器运行的费用较高、工作量大,成本比较大,对社会上更多需要筛选检测的物品采用实验室检测方法不现实。

1.2 现场快速检测的优势

现场快速检测对实验室的局限给予了一定补充,由于现场快速检测设备小、更新快、测量周期短、省时省力且效率高,在一定程度上对实验室检测做了补充。现场快速检测的优势具体体现在以下几个方面:a.可以严格把住食品安全准入关,对一些可能影响人民身体健康的因素进行第一时间控制,预防可疑产品流入市场,比如发现蔬菜含有农药残留,水发产品中含有甲醛等状况后禁止其流入市场销售;b.现场快速检测可以提升行政监管形象。食品安全监管人员单凭眼看、手摸、鼻闻、嘴尝的管理方法很难让人完全信服。现场快速检测可以更加科学地将有可能发生的事件消灭在萌芽之中,将可能发生的危害降低到最小程度,与此同时,也会让被管理者心服于科学的管理,更加配合监督管理工作;c.现场快速检测在紧急状况以及大型活动安全保障中体现了较大优势。如房慧^[1]报道了在四川地震后根据各类检测项目的需要,食品安全快速检测箱提供了农药速测卡、毒鼠强检测管、亚硝酸盐检测管、蛋白质检测管、甲醛检测管、吊白块检测管、消毒液有效氯检验试纸和余氯检测管,以及微生物快速检验系列产品等的检测,有效预防了有害物质引起的急性食物中毒事件发生,为确保检测工作顺利完成起到了重要作用。朱小洁^[2]等人也报道了大型保障活动中食品卫生现场快速检测农副产品中二氧化硫残留、食用油中酸价超标、蔬菜中农药残留、腌菜和熟肉制品中亚硝酸盐超标、食品中心温度、水产品中双氧水和熟食品清洁度的检测。而且为了验证现场快速检测方法的准确性,同时将农副产品中二氧化硫残留、熟肉制品中亚硝酸盐、熟食品清洁度等部分阳性样品送疾控中心实验室作定量检验,结果阳性符合率达98%。d.现场检测可以缩短检测周期,缩短样品的待检周期,使得检测数据更及时可靠,例如在检测水发产品中是否非法使用过氧化氢用来漂白、防腐和除臭时,由于过氧化氢在遇热、遇强光,特别是短波射线照射时也能发生分解,若不采用现场检测,而送往实验室排队待测,很容易使得过氧化氢分解而影响检测结果。若先用现场快速检测进行初筛,若遇到可疑样品则优先进入实验室进一步检测,更及时可行。

2 国内外现场快速检测现况分析

2.1 国外食品安全现场快速检测状况

国外食品安全现场快速检测的状况依其国力、国情的不同其状况不尽相同。就检测技术来说,发达国家的经济状况较好,分析仪器也较为先进,能够将实验室使用的大型仪器微型化,并将其安放在专用车中进行现场快速检测^[3],常用的快速检测试剂盒、试纸、小型辅助设备安放在专用检测箱中,随时使用。就检测项目来看,有些是各国共同关注的,如农药残留、重金属污染物、亚硝酸盐等。有些是依

其国内易发生的食品安全问题而开展的研究项目,如牛肉中疯牛病因子的快速检测,在一些发达国家是研发的重点;又如三聚氰胺事件,在我国表现的尤为突出,迫使我国在极短的时间内研发制定出快速检测方法。随着国际交流的日益密切以及信息共享化进程的推进,实用、廉价的快速检测技术必定会得到全世界的推广和应用。

2.2 我国目前食品安全现场快速检测状况

我国的现场快速检测技术由于起步较晚,和发达国家相比还有一定差距。但是经过多年努力,目前中国疾病预防控制中心食品安全所已能开展四大类80多个项目的现场快速检测工作,并能够提供这些项目的组合试剂和辅助设备,为我国开展此领域的工作奠定了一定的基础,为赶超发达国家在食品入市方面的通常做法做了一定的工作。但是总的来说还存在以下一些问题:a.我国卫生监督现场快速检测的标准方法和结果判定标准尚不完善,对一些检测项目没有统一的检测规范和要求,目前应建立检测方法的审查制度,包括审查程序、审查方式等;b.各监督管理单位在现场快速检测的经费投入不够,不管在设备试剂方面,还是人员培训方面的投入不够;c.现阶段解决卫生监督现场快速检测结果直接作为行政处罚执法依据的问题条件不够成熟,以至于现场快速检测得不到更进一步的重视;d.现场快速检测的市场有限性导致了我国自主研发的检测技术较少。

3 现场快速检测物质的分类及应用

现场快速检测的检测对象主要分为急性中毒物质和慢性伤害物质。急性中毒物质是指毒性较强的物质,如毒鼠强、氟乙酰胺、甲胺磷、砷、汞、氰化物、甲醇、亚硝酸盐等,当人体摄入一定剂量后,在几分钟或数小时即可出现中毒症状。当剂量未达到出现急性中毒症状、却长时间摄入时,会出现慢性中毒症状。慢性伤害物质是指与急性中毒物质相比在同等剂量的情况下毒性弱一些的物质,当人体摄入同等剂量时不会很快出现中毒症状,当毒性物质在人体中积累到一定程度时才显现出不良体征。当慢性伤害物质一次性摄入剂量较大时,同样会出现急性中毒症状。这些物质主要有甲醛、二氧化硫、吊白块、非食用色素、三聚氰胺等。其检测范围和应用见表1、表2所示。

4 展望

4.1 实验技术有待进一步发展

先进的技术和正确的分析方法是现场快速检测的必备条件,总的来说,现场快速检测方法要求:实验准备简化,使用试剂少,配制的试剂保存时间长;样品前处理简易,时间短,对操作人员要求低;实验分析方法简单、迅速和准确。随着现代生物技术、化学分析方法的不断成熟完善,已经有很多相关技术得以应用。如化学比色分析法、酶联免疫法^[19]、免疫胶体试纸检测法^[20]、色谱法^[21]、生物芯片^[22-24]、传感器^[25-27]等,这些技术的加入为现场快速检测提供了更广阔的发展空间。

表1 一些急性中毒物质的检测工具及范围

序号	检测工具	检测范围
1	农残卡 ^[4-5]	蔬菜、水果上的农药残留
2	白酒甲醇速测盒	白酒中甲醇含量快速检测
3	亚硝酸盐速测盒	火腿、腊肠、香肠、广式腊肉、红肠、肉肠、香肠和肴肉、酱腌菜
4	硝酸盐速测管 ^[6-7]	蔬菜、水果
5	毒鼠强的检测	饮用水、无色液体样品
6	敌鼠钠盐检测 ^[8]	食物、水及中毒残留物
7	鼠药氟乙酰胺的检测	食物、水及中毒残留物
8	砷、汞、镉的测定 ^[9]	食物、水及中毒残留物
9	氰化物的测定	食物、水及中毒残留物
10	黄曲霉速测盒	粮食等
11	菌落总数检测纸片	食品中细菌总数快速检测
12	霉菌酵母菌检测纸片 ^[10]	食品中酵母菌、霉菌快速检测
13	食品大肠菌群检测纸片 ^[11]	食品中大肠菌群
14	水质中大肠菌群检测纸片 ^[12-13]	水质中大肠菌群
15	沙门氏菌测试片	致病菌沙门氏菌
16	金黄色葡萄球菌测试片	致病菌金黄色葡萄球菌

表2 一些慢性中毒物质的检测工具及范围

序号	检测工具	检测范围
1	肉类水分速测仪	猪肉、牛肉、羊肉、鸡肉
2	ZYD-YGY 荧光仪	面粉、食用菌、卫生筷子、餐巾纸
3	畜肉和水产品鲜度及木耳检测仪	各种肉类、木耳
4	纯净水、实验用水检测仪	纯净水、实验用水
5	甲醛速测盒 ^[14-15]	检测水产品及其加工制品:各种鱼类、虾蟹、海蛎、鱼丸、虾仁、鱿鱼等; 水发食品:牛百叶、海蜇、海米、海参、鱼皮、牛筋、凤爪等
6	吊白块速测盒 ^[16]	检测米、面、豆制品、腐竹、粉丝、面粉、馒头、面条、竹笋、年糕、果条、白糖及榨菜等
7	二氧化硫速测盒 ^[17]	蜜饯食品、干果、干菜、豆制品、葡萄酒、糖、冰糖、蔬菜、罐头、各种中药材等
8	双氧水快速检测试纸	各类海产品、冻品;水发食品;各类肉制品:如新鲜或冷冻的禽类,以及白斩鸡、牛筋、牛肚、鸭鹅掌、花肠、猪皮和猪蹄等;各种食品浸液
9	硼砂速测盒	肉丸、扁食、凉粉、粽子和虾类等食品硼砂检测
10	乳品中三聚氰胺速测盒	乳品中三聚氰胺的含量
11	乳品蛋白质含量速测盒	各种乳粉,液体奶蛋白质的快速检测
12	液态奶掺水检测装置	牛奶是否掺水
13	液态奶中尿素速测盒	液态奶中尿素
14	液态奶中铵盐速测盒	液态奶中铵盐
15	液态奶新鲜度速测盒	液态奶是否新鲜
16	液态奶中碱性物质速测盒	液态奶中是否掺入碱性物质
17	生熟乳速测盒	液态奶加热是否达到 80℃ 以上
18	食用油酸价及过氧化值速测卡 ^[2]	食用油是否酸败
19	食用油中桐油速测盒	食用油
20	食用油中大麻油速测盒	食用油
21	食用油中巴豆油速测盒	食用油
22	食用油中矿物油速测盒	食用油
23	碘盐速测盒	食盐碘含量
24	食醋游离矿酸速测试纸	食醋中游离矿酸
25	食醋总酸速测盒	食醋总酸含量
26	味精谷氨酸钠速测盒	味精中谷氨酸钠的含量
27	酱油总酸与氨基酸态氮速测盒	酱油总酸与氨基酸态氮含量
28	大米新鲜度速测盒	米,面及米面成品
29	大米中石蜡/矿物油速测盒	大米是否经石蜡或矿物油浸泡过
30	肉类水分快速检测试纸	猪肉、羊肉、鸡肉、牛肉
31	生熟豆浆速测试剂盒	豆浆
33	鸡蛋新鲜度速测剂	鸡蛋
34	真伪红葡萄酒速测盒	红葡萄酒
35	真伪白醋速测盒	快速检测白醋是否为冰醋酸勾兑
36	真假果汁速测盒	果汁饮料,果汁是否为“三精水”

续表

序号	检测工具	检测范围
37	芝麻油纯度速测盒	芝麻油
38	苏丹红速测试剂盒	辣椒油、辣椒酱、辣椒面、红心蛋
39	面粉过氧化苯甲酰速测盒	面粉增白剂
40	蜂蜜水分快速检测装置	蜂蜜含水量
41	蜂蜜酸度速测盒	蜂蜜是否酸败
42	造假蜂蜜糊精速测盒	蜂蜜是否造假
43	蜂蜜蔗糖速测盒	蜂蜜中是否掺有蔗糖
44	蜂蜜果糖·葡萄糖速测盒	蜂蜜中果糖、葡萄糖含量是否达标
45	蜂蜜中脯氨酸速测盒	蜂蜜中有效成分脯氨酸的快速检测
46	蜂蜜羟甲基糠醛速测盒	蜂蜜中有效成分羟甲基糠醛的快速检测
47	木耳硫酸镁速测盒	木耳是否经硫酸镁溶液浸泡过
48	工业碱快速检测试纸	水发产品,水发产品干制品
49	瘦肉精速测盒	各种肉类
50	茶饮料中茶多酚速测盒	茶饮料,茶叶中有效成分茶多酚的含量
51	肉制品色素速测盒	各种肉制品
52	饮料中苯甲酸钠速测盒	各种饮料中苯甲酸含量
53	饮料中糖精含量速测盒	各种饮料糖精钠的含量
54	食品中心温度计	食品中心温度
55	孔雀石绿等非食用色素速测盒 ^[18]	各种食品中水溶性非食用色素

4.2 实验操作人员的素质有待加强

在现场快速检测中,现场快速检测不但要求快,而且要求准确,要做到这两点,实验操作人员必须做到以下几点:在熟悉一定的操作原理的情况下操作,从而可以更准确的操作,并防止混杂因素的干扰;熟悉操作步骤,从而做到统筹时间,进一步缩短时间,比如在预处理过程可以做其它项目的分析;对实验结果不要盲目下结论,要有对结果负责的态度,但要做到尽量避免假阴性情况,若无法马上下结论,可以作为可疑产品送到实验室做进一步化验。

4.3 快速检测的使用范围有待进一步扩大

目前快速检测只有在一些疾病防治中心、食品监督部门应用,由于这种检测方法的优点,应该在更多的部门用于检测,并且应该开发出更多的产品可以为更广的领域服务。甚至在一定授权范围内可以让更多的消费者也应用一定的检测技术,从而更好保护消费者权益,打击违法行为,创造全世界范围内的食品安全大环境。

4.4 相关法律政策有待完善

现场快速检测是一个新兴事物,且相应的法律政策有待进一步完善,首先,国家的食品安全快速检测工作尚未形成有效的文件约束,相当多的食品安全快速检测产品并未纳入国家标准体系。其次,对应的所有关于食品安全检测项目没有完全开发;第三,国内生产食品安全快速检测产品的厂家规模普遍较小,生产能力和研发水平有限,行业规范尚未形成。第四,食品安全快速检测技术的普及和推广力度不大,部分工作人员的食品快速检测知识水平还不高。

食品安全是关系到人民生命安全的重大问题,在社会日益发展的今天,老百姓对食品的安全问题越发重视,但食品安全快速检测技术要普及应用到百姓生活当中还有相当长的一段路要走。

参考文献

[1] 房慧. 快速检测:全力守护灾后食品安全[J]. 食品安全导

刊,2009,1(2):78-79.

[2] 朱小洁. 绍兴市食品卫生现场快速检测结果分析[J]. 浙江预防医学,2008,20(5):39-40.

[3] Augustin J C, Carlier V. Lessons from the organization of a proficiency testing program in food microbiology by interlaboratory comparison: analytical methods in use, impact of methods on bacterial counts and measurement uncertainty of bacterial counts [J]. Food Microbiol, 2006, 23(1):1-38.

[4] 于基成, 边辞, 赵娜, 等. 酶抑制法快速检测蔬菜中有机磷农药残留[J]. 江苏农业科学, 2006(5):171-173.

[5] 何颖, 张涛, 康天放. 蔬菜中有机磷农药残留的分光光度法快速检测[J]. 环境化学, 2005, 24(6):711-713.

[6] 彦军, 周焕英, 杨伟群. 试纸-光电检测仪快速测定食品中亚硝酸盐的研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2004, 22(1):18-21.

[7] 陈秋生, 梁淑轩, 李科. 蔬菜中硝酸盐和亚硝酸盐的不同提取方法及含量测定[J]. 河北大学学报, 2007, 27(2):176-178.

[8] 王红勇, 高志贤. 污染食品中敌鼠的快速检测[J]. 中国公共卫生, 2004, 20(7):793.

[9] 王氏, 糜漫天, 高志贤. 食品中镉的快速检测方法研究[J]. 第三军医大学学报, 2004, 26(7):640-642.

[10] 吴清平, 孙永, 蔡芷荷. 快速测试片在食品微生物检测中的应用[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, 16(5):635-637.

[11] Sasithom S, Sirirat R. Enumeration of coliforms and *Escherichia coli* in frozen black tiger shrimp penaeus monodon by conventional and rapid methods [J]. Inter J Food Microbiol, 2003, 81(2):113-121.

[12] Schroft H, Watterworth L A. Enumeration of heterotrophs fecal coliforms and *Escherichia coli* in Water, comparison of 3MTM Petrifilm™ plates with standard plating procedures [J]. J Microbiol Meth, 2005, 60(3):335-342.

[13] 陈茂义. 试片法检测大肠菌群结果判断的实验研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2003, 13(4):438-439.

[14] 姜友富, 嵇正平, 许春斌, 等. 现场快速检测食品中甲醛方法的研究[J]. 江苏预防医学, 2005(4):72-74.

[15] 杨阳, 胡国媛, 李静. 甲醛快速检测试剂盒测定食品中的甲醛[J]. 中华医学与健康, 2006(11): 32-34.
 [16] 吴广臣, 夏立娅, 刘峥颖. 食品中吊白块的测定[J]. 食品工业科技, 2006, 27(10): 181-183.
 [17] 马隽, 王兴华, 李宝华. 一种用于食品中二氧化硫快速测定的样品前处理方法[J]. 高等学校化学学报, 2006, 27: 39-42.
 [18] 龚鹏飞. 孔雀石绿单克隆抗体的制备及其检测试剂盒的初步研制[D]. 湖南农业大学, 2005.
 [19] 张彦峰. 典型污染物涕灭威、多环芳烃和三丁基锡的酶联免疫吸附分析研究[D]. 南开大学, 2006: 31-35.
 [20] Guglielmo V V, Thullier P. Comparison of an electrochemiluminescence assay in plate format over a colorimetric ELISA, for the detection of ricin B chain (RCA - B) [J]. Journal of Immunological Methods, 2007, 328: 70-78.
 [21] 周焕英, 高志贤, 孙思明, 等. 食品安全现场快速检测技术研究进展及应用[J]. 分析测试学报, 2008, 27(4): 788-794.
 [22] 郭志红, 张荣, 张连彦, 等. 蛋白芯片在兽药残留检测中

的应用[J]. 中国兽药杂志, 2005, 39(10): 9-12.
 [23] 唐晓敏, 高志贤. 基因芯片快速检测常见水中致病菌的初步应用研究[J]. 解放军预防医学杂志, 2003, 21(2): 94-96.
 [24] Liu Y L, Elsholz B, Enfors S O. Confirmative electric DNA array-based test for food poisoning *Bacillus cereus* [J]. Journal of Microbiological Methods, 2007, 70: 55-64.
 [25] Crooks Steven R H, McCarney B, Traynor I M. Detection of levamisole residues in bovine liver and milk by immunobiosensor [J]. Analytica Chimica Acta, 2003, 483: 181-186.
 [26] Dirk D, Tara L, Furukawa S, et al. A multiplex DNA suspension microarray for simultaneous detection and differentiation of classical swine fever virus and other pestiviruses [J]. J Virol Meth, 2006, 137(1): 88-94.
 [27] Lipton C R, Dautlick J X, et al. Guidelines for the Validation and Use of Immunoassays for Determination of Introduced Proteins in Biotechnology Enhanced Crops and Derived Food Ingredients [J]. Food Agric Immunol, 2000, 12: 153-164.

(上接第 302 页)

10.3MPa, 循环 1 次。

表 16 喀什小檗色素提取正交实验结果

实验号	A	B	C	吸光度 A ₅₁₇
1	1	1	1	0.716
2	1	2	2	0.602
3	1	3	3	0.616
4	2	1	2	0.547
5	2	2	3	0.665
6	2	3	1	0.545
7	3	1	3	0.555
8	3	2	2	0.783
9	3	3	2	0.784
k ₁	0.645	0.606	0.681	
k ₂	0.586	0.683	0.644	
k ₃	0.707	0.648	0.612	
R	0.121	0.077	0.069	

3 讨论

3.1 超声波法的最佳提取工艺为: 提取剂浓度 60%, 浸提时间 30min, 料液比 1:40, 超声波功率 500W; 超声-微波协同萃取的最佳工艺为: 提取剂浓度 60%, 料液比 1:40, 微波功率 700W, 超声波功率 500W, 提取时间 15min; 加速溶剂萃取的最佳工艺为: 提取剂浓度 75%, 料液比 1:30, 静态萃取时间 5min, 氮气吹扫 60s, 吹扫体积 30%, 压力 10.3MPa, 循环 1 次。

3.2 加速溶剂萃取 (ASE), 是一种从固体和半固体基质中提取物质的样品萃取新技术。其原理是在密闭容器内, 通过改变温度和压力, 用溶剂萃取固体或半固体样品的新颖样品前处理方法, 目前, ASE 技术已广泛运用于药物分析、环境、食品、农残、化工等诸多领域当中^[13-14]。在本实验中 ASE 技术比超声波法和超声-微波协同萃取法更具优势, ASE 方法耗时少、消耗溶剂少、提取效率高、操作过程自动化, 但是 ASE 运行成本较高制约了它的推广。

3.3 综合三种提取工艺, 超声-微波协同萃取法用

于浸提喀什小檗色素, 提取条件易控制, 受热体系温度均匀, 提取效率较高, 同时提取时间只是超声波提取法的一半, 是具有良好发展前景的新工艺。

参考文献

[1] 吕晓玲, 王冀, 龚鹏飞. 紫玉米芯色素提取工艺条件研究[J]. 食品开发与研究, 2006, 4(10): 20-22.
 [2] 谢聃, 马玉美, 王辉究, 等. 刺葡萄皮色素的提取及性能测定[J]. 食品添加剂, 2007, 15(3): 62-65.
 [3] 凌关庭. 可供开发食品添加剂 (I): 紫玉米色素及其生理功能[J]. 粮食与油脂, 2002, 7(10): 46-47.
 [4] 冯作山, 陈计峦, 孙高峰. 枸杞色素的提取及纯化技术[J]. 食品与发酵工业, 2004, 6(9): 42-43.
 [5] 孙华. 小檗色素的提取及其理化性质研究[J]. 生物技术通讯, 2005, 16(4): 405-406.
 [6] 王燕. 喀什小檗色素化学成分定性分析[J]. 塔里木大学学报, 2009(1): 19-22.
 [7] 王爱晶, 刘晓东, 刘香环. 芍药红色素的提取及稳定性[J]. 东北林业大学学报, 2008, 36(9): 64-67.
 [8] 常丽新, 贾长虹, 赵永光, 等. 超声波辅助法提取月季花红色素的最佳工艺研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(4): 279-281.
 [9] 罗锋, 汪河滨, 杨玲, 等. 超声-微波协同萃取法提取甘草黄酮的研究[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(8): 127-128.
 [10] 苗颖, 吴淑娟. 超声波法提取葡萄皮色素[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(3): 190-192.
 [11] 张玉, 吴慧明, 余建伟, 等. 加速溶剂萃取技术提取柑橘皮中总黄酮的工艺研究[J]. 食品科技, 2007(11): 213-215.
 [12] 温志英, 姜楠. 花生衣红色素微波提取工艺研究[J]. 中国油脂, 2009, 34(4): 54-57.
 [13] 马强, 王超, 王星, 等. 加速溶剂萃取-固相萃取-硅胶吸附色谱-电喷雾质谱法测定纺织品中的烷基酚聚氧乙烯醚[J]. 分析化学, 2009, 37(1): 46-52.
 [14] 陈军辉, 杨佰娟, 李文龙, 等. 加速溶剂萃取技术在中药有效成分分析中的应用[J]. 色谱, 2007, 25(5): 628-632.