

试纸法在食品及农业检测中的应用

党民团, 刘娟, 焦更生

(渭南师范学院 化学化工系, 陕西 渭南 714000)

摘要:试纸检测法是一种便捷的现场即时分析方法, 因其携带方便、价格便宜而得到广泛应用。笔者对近年来试纸法在食品、环境监测等农业相关领域的应用研究进行了综述与分析, 提出了试纸检测法研究应进一步采取的对策, 并展望了其应用前景。

关键词:试纸法; 快速检测; 应用

试纸检测法是利用特性试纸与被测物迅速产生明显颜色变化的化学反应定性或定量检测物质含量的方法。检测试纸制作是将试剂配成溶液浸渍到纸基上, 或是将试剂分散到纸浆中制成试纸以适当的方法干燥即成。依被测样品及被测组分的性质, 测定时间多在数秒至十几分钟之间。与化学分析法或仪器分析法相比, 试纸法无需价格昂贵的大型仪器、繁多的试剂和器皿, 且具有操作简便易学、反应快速、携带方便、价格便宜的特点, 因而在实验室外的现场检测中发挥着愈来愈大的作用, 并广泛应用于食品、水质、环境监测等领域。

1 试纸法在食品分析中的应用

近年来, 由于各种原因所致的食品中毒事件频频发生, 餐桌安全是现阶段全社会关注的热点问题之一。现场快速检测食物中毒的原因以及食品的安全指标, 对快速打击食品领域的违法犯罪, 保障人民群众的身体健康具有重要意义, 试纸法是目前现场快速检测中普遍采用的方法^[1]。

亚硫酸盐、连二硫酸盐等食品添加剂分解生成的 SO_2 具有保鲜和漂白作用, 但过量使用会危害人体健康, FAO 和 WHO 规定的 SO_2 日容许摄入量(ADI) 为 0~0.7mg/kg。丘慧澄等根据活泼金属 Fe、Mg 和 Zn 等在稀盐酸中还原亚硫酸或亚硫酸盐生成 H_2S 能使湿润的醋酸铅试纸变黑的原理, 提出了一种简易的定性或半定量测食品中 SO_2 的试纸法^[2]。根据 SO_2 含量的不同, 醋酸铅试纸颜色呈显由浅至深的棕黑色变化, 方法的检出限为 10 μg , 最小检出浓度为 1mg/ml, 可快速检测出食品中 SO_2 残量, 为监管愈演愈烈的 SO_2 类食品添加剂的超量滥用提供了快速可靠的技术手

段。硼砂有防腐性, 还可提高腐竹、面条等的韧性, 但食用后会起人皮肤粘膜、脑、肝、肾损害, 严重的甚至引发休克, 属禁用非食品添加剂。但一些不法商贩受利益驱动, 在食品加工中使用硼砂, 严重危害消费者健康。万小兰等研究了一种定性检测硼砂含量的姜黄试纸法^[3], 将姜黄试纸浸入处理过的样品滤液中, 取出试纸于 50~60℃干燥, 如有硼砂存在, 试纸显红色或橙红色, 这种方法适用于含量较高的掺硼砂样品的定性鉴定, 结果可靠。

确保食用碘盐含碘量符合标准是事关全民健康的百年大计。李珊^[4]等以优质定性滤纸为载体, 将其在 1%淀粉、0.1% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 、0.1mol/l H_2SO_4 以 8:1:1 比例混合的溶液中浸泡、干燥处理形成活性滤纸, 使用时浸于待测碘盐溶液中显色, 碘含量在 0~55mg/l 范围内, 体系颜色由无色变到深蓝紫色, 与标准色阶比较, 即可迅速得出碘盐中碘含量, 绝对误差小于 5mg/kg。该方法操作简单、试剂种类少, 便于基层卫生防疫站进行碘盐质量的监测工作^[4]。

食用油放置过长, 容易酸败或氧化, 实验室常用酸价和过氧化值作为酸败和过氧化程度的主要指标。李文智试验了用于快速检测食用油样本的食用油酸价和过氧化值的目测试纸, 采用试纸法和国际法同时检测各类食用油样本, 结果符合率高, 统计学无显著差异, 而且酸价和过氧化值试纸法具有快速、准确、方便等优点^[5]。为了打击近年出现的向牛乳中掺杂碱水、食盐水的非法施假行为, 王诗哲等^[6]研制了用于检测牛奶中碱性物质和食盐的检验试纸, 前者以溴麝香草酚兰为显色剂, 检测时试纸浸入牛乳, 正常乳不变色, 掺碱乳

收稿日期: 2006—01—19

项目来源: 陕西省教育厅专项基金项目(05JK188), 渭南师院科研基金项目(06YKS024)。

作者简介: 党民团(1962—), 男, 陕西富平人, 渭南师范学院副教授, 主要研究方向为环境及分析化学。

试纸由黄色变成蓝色。后者选择 0.1024mol/l 硝酸银与 0.02449mol/l 铬酸钾制成,测试时将牛乳滴到试纸上,正常乳不变色,掺假乳使试纸由砖红色变为黄色。这种方法很适合在家庭中使用,操作方便,价格便宜,且试纸保存时间较长,具有较高的实用价值^[6]。

2 试纸法在农业检测中的应用

水是一切生物体所必须的基本物质,不但直接事关人体健康,而且间接影响农业生态环境与农产品品质,因此快速简便地检测各类水体质量,对于农业的可持续发展和人类健康具有十分重要的意义。亚硝酸盐是致癌物亚硝胺的前体物,因氮循环而污染水体环境。何其庄^[7]依据国家标准方法的原理,将滤纸用盐酸萘乙二胺溶液、对氨基苯磺酸溶液处理后,制成亚硝酸盐检测用试纸和标准色卡。测定时,亚硝酸盐在酸性条件下与对氨基苯磺酸重氮反应的化合物与盐酸萘乙二胺偶合成红紫色化合物,颜色的深浅和亚硝酸盐的含量成正比,方法对水中亚硝酸盐的测定范围为 0.5~80.0 mg/l,时间约为 5min^[7]。基于此原理的食品中亚硝酸盐试纸测定法也取得了理想的试验结果^[8]。较之实验室分析快捷、经济、污染小,并有一定的选择性、可信的准确性和灵敏度。

氟是人体必要的微量元素之一,摄入不足易发齿,过多易致骨折。胡美珍^[9]等根据 Zr^{+4} 与偶氮胂、茜素 S 等生成的有色络合物可被 F^{-} 分解而发生颜色变化的原理,研究了试纸测 F^{-} 法^[9]。在 pH 值 2~8 的条件下, F^{-} 在 0~80mg/l 范围显色呈橙黄至淡黄,标准色阶比较可确定氟含量,30s 后可显色完全。该作者还研制了余氯快速检测试纸并成功用于各种水样的检测^[10]。

重金属可造成急、慢性中毒,还有致畸、致癌和致突变作用,机体摄入重金属的主要途径是食品,其实实验室检测方法很多,但操作复杂,仪器昂贵^[11]。王民等以试纸法为立足点,选择 0.1% 的镉试剂为显色剂,中速滤纸为载体,建立了食品中镉的试纸检测法^[12]。试验表明, Cd^{2+} 在 1~10mg/l 的范围内,试纸显色色阶明显,与镉浓度线性关系良好。这种方法快速、简便、灵敏、试纸特异性较强、受干扰因素少,对待测液中 Cd 浓度高于 1mg/l 的样品可迅速定量。Amelin^[13]报道了测定环境和废水中 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cr^{6+} 的试纸检测法,其检测范围分别为 0.001~0.1mg/l、0.005~1mg/l、0.01~1mg/l、0.001~0.1mg/l、0.005~

0.25mg/l。

目前,我国农产品农药残留和硝酸盐污染问题日趋严重^[14]。保证餐桌安全、防止毒从口入的最有效的措施就是现场快速检测。丁国兴^[15]等依酶抑制法原理,用农药高度敏感的胆碱酯酶和显色剂做成的酶试纸,可以快速检测蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯两大类农药的残留情况,5min 内可得出结果,基于此原理的测试方法现已上升为国家标准方法^[16]。此法抗干扰性强,操作简便,产品容易贮存,携带方便,易于普及推广,适于现场检测及大批样品的筛选检测。对少量阳性样品通过实验室准确定量。Roth^[17]等报道了试纸条一反射仪法测定蔬菜中硝酸盐含量的研究结果,根据不同的显色反应配方,试纸对 NO_3^{-} 的检测范围有 3~90 mg/l 和 25~450 mg/l 两种规格,检测方法在蔬菜品质鉴定和植物营养诊断方面有可见的应用前景。

土壤缺磷是农业生产中普遍存在的限制因素,长期以来人们对土壤磷的有效性、有效磷的提取方法已作了大量的研究,为了克服当前有效磷测定受土壤类型和性质影响大、操作时间长的缺陷,模拟田间根系向土壤吸收养分的过程, Menon 和 Chien^[18]提出了氧化铁试纸测定土壤有效磷的新方法,在美国和台湾作为土壤有效磷的测定方法进行的试验表明^[18],此法可广泛用于测定各种土壤有效磷的含量,而不必采集和处理土样,是一个既经济、又简便易行的方法。张树生等用此法制得的氧化铁试纸,表面的最大吸磷量可达 26 $\mu g/cm^2$,用之对中国大陆各种土壤中有效磷的测定均取得了理想的分析结果,能较好评价土壤磷素的有效状况^[7]。

3 试纸法的展望

综上所述,试纸检测法具有操作简便、反应快速、费用低廉等特点,在环境监测、食品分析等领域的现场即时分析(田间采收前后、市场流通中、家庭或食堂食用前)中具有十分广泛的应用。但试纸法还存在一些不足,如农药检测试纸定量结果差,检测结果的可靠性和准确性还有待提高;有些试纸的稳定性差,保存条件苛刻,保质期短;试纸法的使用范围较窄。随着科学技术的发展,新型特效显色剂及高灵敏度的显色体系的出现,将大大提高试纸法的准确度和灵敏度;适用于试纸法检测的微型仪器的研制,将会使某些传统的定性半定量检测转化为精确的定量分析;开发某些项目

的特效试剂和性能优良的试纸,无疑会扩大其检测范围,这些都为试纸法的进一步发展提供了更广阔的空间,加强这些方面的研究,建立适用于不同分析要求的快速、即时、结果可靠的试纸检测技术具有重要的实用价值和应用前景。

参考文献:

- [1]陈斌,韩雅珊,赵丽丽,等.食品分析技术进展[J].营养学报,2003,25(2):135~139.
- [2]丘慧澄,杨达生,张丽珍.快速测定食品中二氧化硫残留量[J].理化检验—化学分册,2003,39(2):734~737.
- [3]万小兰,叶士伶.粮食制品中掺有硼砂的检测[J].质量控制,2003,11(4):37~37.
- [4]李珊,吴迪,徐伟,等.碘盐中碘含量检测试纸的制备与应用[J].河北省科学院学报,2003,20(4):240~242.
- [5]李文智.食用油酸价和过氧化值快速检测试纸法的评价[J].四川粮油科技,2002,(3):51~53.
- [6]李哲,王诗哲,吴也平.牛奶掺假检测试纸的研制[J].高师理科学刊,2004,24(2):38~41.
- [7]何其庄,任革毅,胡美珍,等.环境中污染物亚硝酸盐的现场快速测定研究[J].环境污染与防治,2001,23(4):182~184.
- [8]吴爱芳,曹丹,申贵勇.试纸法对肉类熟食中亚硝酸盐的测定[J].中国食物与营养,2005,(6):34~36.
- [9]胡美珍,黄秋怡.水中氨的快速检测[J].上海师范大学学报,2003,23(4):57~60.
- [10]胡美珍,何其庄.余氯试纸的研制和应用[J].上海师范大学学报(自然科学版),2002,31(1):98~99.
- [11]Jorhem L, Engman J. Determination of lead, cadmium, copper, and iron in food by atomic absorption spectrometry after microwave digestion; NMKL Cd laboratory Study[J]. ADACint, 2000, 83(5): 1 189~1 203.
- [12]王民,康漫天,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,2004,20(7):640~641.
- [13]Amelin V G. Paper tests for the determination of heavy metals in waste natural waters[J]. Journal of Analytical Chemistry, 1999, 54(6): 651~653.
- [14]戴小枫,赵秉强.我国农产品安全生技术发展的现状与优先领域[J].科技导报,2003,(3) 46~49.
- [15]丁国兴,王群,宋树强,等.酶促反应试纸条快速检测有机磷农药[J].中国法医学杂志,2006,21(4):227~230.
- [16]GB/T5009.199-2003 蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯农药残留快速检测[S].北京:中国标准出版社.
- [17]Roth, G. W. Development of a quick test kit method to measure soil nitrate. commun[J]. Soil Sci. Plant Anal, 1991, 22(3): 191~200.
- [18]Vander Zee S E A T M, Fokkink L G J, Van Riemsdijk W H. A new technique for assessment of reversibly adsorbed phosphate[J]. Soil Sci Soc Am J, 1987, (51): 599~604.
- [19]Menon R G, Chien. Soil testing for available phosphorus in soils where phosphate rock-based fertilizers are used[J]. Fertilizer Research, 1995, 41: 179~187.
- [20]张树生,林成永,章永松.氧化铁试纸法测定土壤有效磷的条件探索[J].浙江大学学报(农业与生命科学版), 2003, 29(3): 251~256.
- [12]蓝海燕,田颖川,王长海,等.表达8-1,3-葡聚糖酶及几丁质酶基因的转基因烟草及其抗真菌病的研究[J].遗传学报, 2000,(1):70~77.
- [13]Liu Guosheng. Transgenic tobacco plants with pathogenic bacterium avirulence gene *avrDex* resistance to *Alternaria alternata* [J]. Acta Phytopathologica Sinica, 1996, 26(2): 165~170.
- [14]吴中心.外源DNA导入转移烟草抗赤星病性状的研究[J].河南农业大学学报,1999,29(1):71~75.
- [15]姚玉霞,于莉,程淑云,等.烟草赤星病发病程度与烟叶内总氮含量的关系初报[J].吉林农业大学学报,1995,17(3): 99~101.
- [16]郭兆奎,刘伟,万秀清,等.栽培措施防治烤烟赤星病的研究初报[J].黑龙江农业科学,1999,(6):24.
- [17]王进录.施钾量对烟草赤星病的影响[J].陕西农业科学, 1998,(5):21~22.
- [18]陈丽琼,张无敌,尹芳,等.烟草赤星病的发生及综合防治技术[J].农业与技术,2005,(1):117.
- [19]谭荫初.烟草赤星病的综合防治技术[J].植物保护,31.
- [20]李长江,赵凤军,李剑,等.试论烟草赤星病流行因素及综合防治措施[J].农业与技术,1998,(8):29.

(上接第84页)

- [4]Pegg K G. Studies of a strain of *Alternaria citri* Dierce. The causal organism of brown spot of emperor mandarin. Queenal. J Agri. Anim[J]. 1966,(23): 15~28.
- [5]Whiteside T O. A newly recorded *altetnarla* induced brown sopt disease on Dancy rangerines in Florida[J] Plant Dis. Rep,1976,(60):326~329.
- [6]朱贤朝,王彦亭,王智发,等.中国烟草病虫害防治手册[M].北京:中国农业出版社,2002.
- [7]刘学敏,李杰,李大壮,等.烟草赤星病流行动态预测[J].烟草科技,2005,(9):36.
- [8]何可佳.烟草赤星病发生规律与防治研究[J].湖南农业大学学报,1997,(10):446.
- [9]刘学敏,常穗.烟草赤星病研究现状及存在的问题[J].东北农业大学学报,2000,(3):80~85.
- [10]Irito M, W oos L, Fern andez I G, et al. Gens from mycoparasiti fungi as a source for improving plant resistance to fungal pathogens[J]. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 1997, 94(6): 2 751~2 755.
- [11]蒋冬花,郭泽建,郑重,等.隐地蛋白(cryptogein)基因定点突变及其广谱抗病烟草转化植株的获得[J].植物生理与分子生物学学报,2002,(5):399~406.