

农产品质量和农药残留的检测技术

孙宏伟¹ 李玉珍²

(1. 北京普析通用仪器有限责任公司 北京 100081)

(2. 北京海淀区学院南路76号14号信箱 北京 100081)

摘要 本文根据近文献资料,列出农产品质量检验和农药残留量测定各种检测技术,这是保障农产品安全的第一步,这需要有足够的检测手段和监测方法应对。

关键词 农产品质量 农药残留 检测技术

农产品的安全牵涉到千家万户的身体健康,现在越来越引起人们的关注,保障农产品的安全的第一步就是要有正确地分析检测方法准确地检测农产品中组分含量,及时了解农产品中农药残留量,以便能够食用安全、卫生、具有营养价值的食品。

硒是人体必需的微量元素,若摄入的量过多或过少都会对人体造成危害,为保障人体健康,我国粮食中硒的限量标准定为小于或等于 0.3mg/kg ,彭钊等应用氢化物原子荧光测定粮食中的硒含量,具有操作简单、快速、基本干扰少、灵敏度高优点,实用性强。方法检出限为 $0.3\mu\text{g/L}$,线性范围为 $0\sim 360\mu\text{g/L}$,回收率为 $84.6\%\sim 110\%$ ^[1]。白燕等应用共振瑞利散射法测定茶叶、螺旋藻、黄芪样品中的总硒含量,在稀HCl中硒(VI)与抗坏血酸反应生成单质硒(0),并在液相中以纳米粒子形式存在,利用此纳米粒子在 470nm 处的共振瑞利散射峰可对硒进行测定。在 $0.028\sim 5.640\mu\text{g/mL}$ 范围内,共振瑞利散射强度与硒(VI)的浓度呈线性关系,检出限为 $0.00789\mu\text{g/mL}$,相对标准偏差为 4.7% ^[2]。

在茶叶和蔬菜中铅的污染已引起人们的广泛关注,黄志勇等采用同位素稀释电感耦合等离子体质谱(ID-ICP-MS)法测定铅的含量,通过对茶叶标准物质(GEAW-07605)中铅的测定,考察方法的准确度和精密度,比较同位素稀释法和普通外标定量法的测定结果。在 $5\text{mL HF-1mL H}_2\text{O}_2$ 的消解体系中, ID-ICP-MS法测定茶叶中铅回收率为 97.7% ,相对标准偏差小于 1.2% 。实验对市售的12种茶叶和10种蔬菜中测定铅的结果表明,铅含量符合相应国家标准的样品分别占总样品数的 83% 和 90% ^[3]。黄海涛等利用电子扫描仪对铁观音、兰贵人、玉针、碧螺春和云雾茶等5种茶叶进行香味扫描,确定电子鼻在茶叶香味辨别中的应用。采用固相微萃取-气相色谱/质谱联用法对这5种茶叶样品中的挥发性化

学成分进行定性和定量分析,分别鉴定出40、40、35、16和13种化合物。在鉴定出的化学成分中,乙酸、大茴香醚、十六烷、咖啡因、十六酸和双酚A是5种茶叶样品中所共有的化学成分,每种茶叶样品中又都含有一些特有的化学成分。最后对香味扫描结果和挥发性化学成分的结果进行综合分析,研究挥发性化学成分组成和含量上的差别,对茶叶样品数据点在香味分析三维图中位置的影响^[4]。石元值等采用微波消煮、敞开式湿法消化及干灰化前处理-ICP-CES法同时对茶叶中的P、K、Pb、Zn等17种元素进行检测,并对样品前处理、共存元素干扰、方法准确度等因素进行探讨,方法回收率都在 $81.6\%\sim 107.2\%$ 之间,其相对标准偏差在 $0.23\%\sim 8.92\%$ 之间,能满足茶叶的测定要求,并大大减少检测的工作强度^[5]。罗晓薇采用干灰化-盐酸消解茶叶试样,消解液用火焰原子吸收光谱法测定其中的铅和铜。在 217.0nm 处铅在 $0\sim 10\mu\text{g/mL}$ 呈现良好的线性关系,在 324.7nm 处铜的线性范围为 $0\sim 5.0\mu\text{g/mL}$,相关系数为 0.9996 ,铅的检出限为 $0.06\mu\text{g/mL}$,铜的检出限为 $0.008\mu\text{g/mL}$,方法精密度RSD小于 3% ,回收率为 $96\%\sim 102\%$ ^[6]。郭彦军等采用氢化物原子荧光法同时测定蔬菜中的砷和汞,方法回收率为:砷 $87.2\%\sim 113.2\%$ 、汞 $89.0\%\sim 106.5\%$,检出限为砷 $0.13\mu\text{g/L}$,汞 $0.009\mu\text{g/L}$,线性范围为砷 $0.5\sim 50\mu\text{g/L}$,汞 $0.2\sim 50\mu\text{g/L}$,相关系数在 0.9995 以上^[7]。钟爱国等以 7.5mL mol/L 盐酸为提取剂,经过两次各15s中档超速辅助酸置换出镁离子,再用原子吸收光谱法间接测定不同采摘期茶叶中的叶绿素总量,方法的加标回收率为 $98\%\sim 99\%$,RSD为 $2.3\%\sim 4.2\%$ ^[8]。方军等采用ICP-MS法对菊花茶中的微量元素As、Pb、Cd、Cu、Zn进行测定,用 $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ 消解样品,通过在线加入内标校正基体效应和换口效应修正方程校正质量数干扰。测定元素校正曲线

的相关系数在 0.9995 以上,各元素检出限在 0.020~0.14 $\mu\text{g/L}$,样品分析结果的 RSD 为 1.5%~4.3% ($n=10$),加标回收率在 93.9%~101.6%,用此方法测定茶叶标准物质 GBW07605 的结果与标准值一致^[9]。

何智慧等在步探讨不同光谱采集方式对 AOTF-近红外光谱技术检测烟草主要化学成分及建模的影响。结果表明,以旋转方式采集光谱可以得到更多的样品信息,所建的模型精度更高。从模型的各项指标来看,总糖、还原糖和总烟碱的相关系数很高,说明化学成分含量数据和光谱数据间有较好的相关性,从而证明 AOTF-近红外光谱技术可用于烟草样品主要化学成分的常规分析^[10]。

陈华萍等应用柱前衍生反相高效液相色谱法测定小麦中 17 种氨基酸的含量,以肌氨酸为内标物,邻苯二甲酰-9-芴甲基氯甲酸酯为柱前衍生剂,用 CDS 色谱柱在 40 $^{\circ}\text{C}$ 下,采用二元梯度洗脱,DAD 检测器在 338nm 波长处检测。当氨基酸浓度在 5~800 $\mu\text{mol/L}$ 范围内,其峰面积与内标物峰面积的比值和氨基酸的线性相关系数大于 0.996,加标回收率在 97.5%~103.1% 范围内^[11]。

李雪等对大蒜中的有效成分大蒜素进行提取,并利用气相色谱-质谱联用技术对大蒜中的大蒜素进行测定,确定大蒜素的有效成分为包括二烯丙基一硫醚、二烯丙基二硫醚、二烯丙基三硫醚、3-乙炔基-1,2-二硫杂-4-环己烯、6-乙炔基-1,2-二硫杂-3-环己烯在内的多种含硫化合物^[12]。

邵碧英等采用 CIMB 法提取 15 个马铃薯及其制品样品中的总 DNA,内源 PATA 基因的 PCR 扩增结果均为阳性,表明已提取到 DNA。应用根瘤农杆菌胭脂碱合成酶基因(nos)终止子和大肠杆菌 K12 菌株新霉素磷酸转移酶 II(npt II)基因的二重 PCR 对样品进行基因成分检测,结果均为阴性。将马铃薯 DNA 和阳性质粒 pB1121 混合作为 PCR 的反应模板,建立内源 PATA 基因、画椰菜花叶病毒 35S 启动子,nos 终止子和 npt II 基因之间多重 PCR 检测方法。多重 PCR 方法具有节约试剂、节省时间等特点,在转基因产品检测上具有应用价值^[13]。

李芸瑛等采用高效液相色谱法测定黄瓜幼苗叶片中甘氨酸甜菜碱(GB)的含量。使用 CDS C₁₈ 柱(5 μm , ϕ 4.5mm \times 250mm),以 50mmol/L KH₂PO₄ 为流动相,UV 检测波长为 200nm,方法回收率为 79.4%,相对标准偏差为 1.2%^[14]。

李军会等介绍应用近红外光谱分析构建现代农

产品品质分析技术的可行性,并阐述我国农业系统推广应用该项技术的发展思路与建议^[15]。

在传统方法中,只测定元素的总量,不能给出有关毒性的确切信息。例如,2004 年在香港媒体上报道多次鱼罐头事件,就是因为检出其中高含量的砷,引起内地鱼罐头产业的不景气。而实际上大多数产品并未超标,只是检测方法上存在问题,这说明区分元素不同形态的监测方法十分重要。北京普析通用仪器公司研制的 AS-90 型砷形态分析仪采用高效液相色谱分离技术,简化样品前处理过程,能分析三氧化二砷、亚砷酸盐、砷酸盐、一甲基砷酸(MMA)和二甲基砷酸(DMA)、砷甜菜碱(ASB)和砷胆碱(ABS),更深层次地研究各种形态的砷对食品、环境的影响^[16]。

在现代农业生产中,化肥和农药的使用带来新的污染,引起食品中农药残存和代谢问题,对农产品安全造成威胁。农药产品品种繁多,主要有有机磷杀虫剂、有机氯杀虫剂、氨基甲酸酯类杀虫剂、除虫菊酯杀虫剂等,一般有机氯杀虫剂的毒性较大,化学性质稳定,难以自然降解,属高残毒农药,如六六六、滴滴涕等,我国虽然于 1984 年已经停止使用,但至今在茶叶、大米、海产品等食品中仍然能够检出。六六六的化学名称为六氯环己烷,一般有四种异构体, α 体、 β 体、 γ 体和 δ 体,滴滴涕的化学名称为二氯二苯三氯乙烷,也有四种异构体, ρ , θ -DDE, ρ , θ -DDD, ρ , θ -DDT, ρ , θ -EDT。在测定时,气相色谱带电子捕获检测器。目前,农药残留的现代仪器分析方法有气相色谱法(GC)、液相色谱法(LC)、薄层色谱法(TLC)、超临界流体色谱法(SFC)、毛细管电泳法(CE)、生物监测技术(biomonitor technique)等^[17]。在气相色谱法中需要用到氮磷检测器、硫磷检测器,前者主要用于检测氨基甲酸酯类农药检测,后者用于有机磷、有机氯的检测。

根据目前农业生产上常用农药(原药)的毒性综合评价(急性口服、经皮毒性、慢性毒性等)分为高毒、中等毒、低毒三类^[18],高毒农药有甲拌磷、治螟灵、苏化 203、对硫磷、甲基对硫磷、内吸磷、杀螟威、久效磷、磷胺、甲胺磷、异丙磷、三硫磷、氧化乐果、磷化锌、磷化铝、氰化物、克百威、万灵、氟乙酰胺、砒霜、杀虫脒、西力生、赛力散。溃瘍净、氯化苦、五氯酚、二溴氯丙烷、抗菌剂 401 等,中等毒农药有杀螟松、乐果、稻丰散、乙硫磷、亚胺硫磷、皮蝇磷、六六六、高丙体六六六、毒杀芬、氯丹、滴滴涕、甲萘威、害扑威、叶蝉散、速灭威、混灭威、抗蚜威、倍硫磷、敌敌

畏、拟除虫菊酯类、克瘟散、稻瘟净、敌克松、抗菌剂402、福美砷、稻角青、退菌特、代森铵、代森环、2,4-滴、燕麦敌、毒草胺等,低毒农药有敌百虫、马拉硫磷、乙酰甲胺磷、辛硫磷、三氯杀螨醇、多菌灵、托布津、克菌丹、代森锌、福美双、萎锈灵、异稻瘟净、乙磷铝、百菌清、除草醚、敌稗、阿特拉津、去草胺、拉索、杀草丹、二甲四氯、绿麦隆、敌草隆、氟乐灵、苯达松、茅草枯、草干灵等。

美国食品和药品监督管理局(FDA)有专用的农药残留检测方法,所有方法都收集在农药分析手册(PAM)中,按照FDA分析方法进行样品前处理和检测,一般都能得到较好的回收率,对于GC/MS农药多残留分析方法可接受回收率为70%~120%。对于农药残留往往采用离子模式(SIM)获取数据,然后根据保留时间和农药特征离子及离子比例关系定性。欧盟对农药残留分析也有要求,如果所选择的目标化合物的特征离子都大于 $m/z200$,则至少需要2个,如果只是大于 $m/z100$,则至少需要3个;日常检测中回收率要求在60%~140%,对检出目标化合物进行确认分析时,回收率要求在70%~110%;在定性分析时,目标化合物特征离子比率与标准样品相比处于70%~130%^[19]。奉夏平等人采用基质固相分散法从蔬菜水果中提取、净化20种常见的有机氯农药残留,此法集提取、过滤、净化于一步完成,使得样品的预处理变得非常简单,避免样品均化、转容、乳化、浓缩造成的待测农药组分的损失,大大提高方法的准确度和精密度,20种有机氯农药回收率在81.2%~117.2%,相对标准偏差小于10%,完全能够满足蔬菜水果中农药残留的分析要求^[20]。李永香等人采用GC/MS内标法同时测定食品中31种有机磷农残,不仅克服气相色谱法测定农药残留的缺点,也克服GC/MS外标法在前处理过程、进样过程、仪器状态变化、试剂变化等过程中引进的保留时间偏移带来的干扰和误差,在实际样品含量范围0~5.0mg/kg内线性关系良好,相关系数为0.9936~0.9999,对加混标浓度为0.50mg/kg样品平行测定两次,其绝对误差小于各算术平均值的5.2%~13.5%,内标回收率指示物回收率在72.70%~97.58%,不同样品基质中,目标化合物平均回收率在93.76%~108.9%^[21]。黄伟雄等人采用HP-1(30m×0.25μm×0.25mm)毛细管柱,GC/MS法对常见的9种有机磷农药杀虫剂、杀菌剂和杀螨剂进行快速检测和鉴别定性。试验表明,用SIM方法选用各种农药特有的碎片离子所得的SIM总离子流图比

SCAN方法的杂质峰更少,灵敏度更高,定性结果更准确^[22]。

高效液相色谱-柱后衍生荧光法常用于分析氨基甲酸酯类农药。甘凤娟等人运用高效液相色谱-柱后衍生荧光法测定样品中10种氨基甲酸酯类农药的含量。测定的10种氨基甲酸酯类农药的出峰时间在11.223~47.824min之间,其中灭威亚砷最早出峰,甲硫威最后出峰,最低检出浓度在0.60~2.30μg/kg之间,加标回收率在95.49%~98.22%之间,其中涕灭威的回收率最高。高效液相色谱-柱后衍生荧光法抗干扰性强、柱效高、分离能力强、安全率高、准确度和精密度好,非常适用于食品中氨基甲酸酯类农药样品的分析^[23]。杨挺等人也采用此法测定蔬菜中7种氨基甲酸酯杀虫剂以及3种代谢物的残留量,结果表明,方法的最低检测范围在0.005~0.01mg/kg之间,回收率在86.40%~97.00%之间,相对标准偏差小于10%^[24]。

近年来毛细管电泳在农残分析中的广泛应用得益于样品浓缩技术的采用,如Silva等对3种在线预浓缩富集技术作比较讨论,又采用MEKC模式,固相萃取浓缩和在线预浓缩技术相结合,实现水和蔬菜中9种农药残留得以分离检测,其检出限可达0.1μg/L^[25]。Molina等利用MEKC方法,在8min内分离8种常见的杀真菌剂,如多菌灵、灭菌丹、敌菌丹等^[26]。Safarpour等采用毛细管电泳-电喷雾质谱(CE-ESI/MS)联用技术对井水、饮用水和池塘水中的甲氧咪草烟残留进行含量分析^[27]。

黄行久等研究固相微萃取(SPME)二氧化锡气体传感器联用技术对果蔬中有机磷农药残留乐果、氧乐果、甲胺磷、乙酰甲胺磷、马拉硫磷、敌百虫等的快速检测。结果表明,在85℃下,解析8min,二氧化锡气体传感器在2min内完成对有机磷农药的快速检测。零解析时间测量的甲胺磷动态响应曲线表明,SPME/二氧化锡气体传感器联用技术对分析SPME的解析平衡非常有利^[28]。

刘咏梅等应用凝胶渗透色谱净化-气相色谱分离同时测定糙米中50种有机磷农药的残留。实验时用乙酸乙酯提取,凝胶渗透色谱净化,环己烷-二氯甲烷(50:50,v/v)作为流动相,气相色谱-氮磷检测器检测。方法检出限为0.001~0.089mg/kg,相对标准偏差为1.7%~18.9%,40多种农药的平均回收率在70%~120%,为此建立糙米中农药多残留的快速检测方法^[29]。

朱晓兰等采用加速溶剂萃取法(ASE)测定土壤

中的有机磷农药残留物。当土壤样品与无水硫酸钠(1:2m³)混合后,加适量中性氧化铝和活性炭,用丙酮、甲醇在加速溶剂萃取仪上以10.3Mpa、60℃提取10min,对土壤中10种有机磷农药的回收率在80.4%~113.7%,检出限为0.01~0.06μg/kg,具有溶剂用量少、提取时间短、做到提取自动化等优点^[30]。

李锋格等采用气相色谱-质谱法同时测定番茄制品中的拟除虫菊类的农残。先将番茄制品用乙腈提取,盐析,氟罗里硅土固相萃取小柱净化,微池电子捕获检测器(μECD)负化学源质谱(NCMS)并联对净化液进行检测,一次进样可对番茄制品中9种拟除虫菊类农药残留准确定量和确证。μECD回收率为87.6%~107.0%,相对标准偏差为5.5%~11.3%,检出限为0.0005~0.005mg/kg(除虫菊除外),NCMS模式回收率为91.9%~109.7%,相对标准偏差为5.2%~12.7%,检出限为0.0005~0.005mg/kg,两者之间没有显著性差别。该法快速、灵敏、准确,各项技术指标均满足农药残留检测的要求^[31]。

杨海等介绍一种具有温度校正功能的手持式农药残留检测仪,这是根据酶动力学的原理,以发光二极管(LED)作为单色光源,以电池供电,用以测定有机磷和氨基甲酸酯类的农残。仪器以单片机系统为核心,体积小,重量轻,采用多点采样线性回归与光强直读等技术,保证测量结果的稳定可靠,用温度校正技术简化分析操作,使得农药残留的现场快速分析成为可能^[32]。

刘宏程等采用荧光检测-高效液相色谱法测定水果、蔬菜中的抗蚜威残留量。样品用乙腈提取,固相萃取氨基小柱(LC-NH₂)净化,Waters carbamate analysis(3.9mm×50mm,4μm),V(甲醇):V(水):V(乙腈)=16:68:16为流动相,柱温30℃,流速为1.5mL/min进行分离,用荧光检测器进行检测,激发波长和发射波长分别为317nm和392nm,回收率为98.5%~105.4%,相对标准偏差为3.0%~4.6%,检出限为0.01mg/kg^[33]。李璐等研究蔬菜中4种有机磷农药(敌敌畏、甲胺磷、对硫磷等)残留同时测定的方法,采用气相色谱氮磷检测器,在程序升温条件下不分流进样,根据保留时间确定样品组分,在所测定的含量范围内,含量与峰面积的相关系数大于0.99,平均回收率在64.7%~91.8%之间^[34]。

对于蔬菜中有机磷和氨基甲酸酯类农药残留量的快速测定国内大都采用速测法和分光光度酶抑制率方

法,冯国栋等提出一种现场快速前处理农产品和食品样品的方法,研制出用于农药残留现场检测的方法和试剂盒,适用于不同米、面、果、蔬样品中有机磷和氨基甲酸酯农药残留的检测,对大多数有机磷和氨基甲酸酯农药的检出下限可达0.1~3.0mg/kg^[35]。

王连珠等采用乙腈-水提取,有机相盐析后经硅胶柱净化,以双毛细管柱GC-EPD定性定量,测定大葱样品中有机磷农药残留量,较好地排除基体干扰,该方法对敌敌畏等8种有机磷农药测定的回收率为60%~130%,RSD<18%,检出限为0.02~0.05mg/kg,符合残留分析的要求^[36]。

贾云等以过氧化氢-盐酸联苯胺为指示反应,在柠檬酸-柠檬酸钠介质中建立催化光度法测定痕量敌敌畏的方法,反应生成黄色化合物,最大吸收波长在410nm,表观摩尔吸光系数为 1.39×10^4 ,在0~100μg/10mL浓度范围内符合比尔定律,在2h内吸光度基本不变,应用于敌敌畏试样和农残分析,结果平均值的相对偏差在-3.2%~+2.6%之间,加标回收率为94.6%^[37]。

吴刚等应用高效液相色谱法测定茶叶中吡虫啉的残留量,采用乙腈加稀硫酸为提取液,在超声浴中提取,在样品净化过程中,先采用正己烷将茶叶样品中的脂溶性成分除去,降低本底干扰,再用0.05mol/L碳酸钾溶液洗涤二氯甲烷萃取液,进一步减少本底干扰,方法的回收率为80.8%~100.0%,RSD小于4%^[38]。

苟金萍等介绍蔬菜中7种有机磷和2种氨基甲酸酯类农药多残留联合检测方法。采用一次提取,一次进样分离测定,使用程序升温毛细管气相色谱法,9种农药平均回收率为80.8%~102%,RSD为0.55%~10.7%。应用此法对11种蔬菜共192个样品进行测定^[39]。

谢连宏等根据敌鼠钠在碱性乙醇介质中,二阶导数光谱的峰高与其浓度呈正比的性质,采用紫外二阶导数分光光度法测定毒饵中敌鼠钠的含量,当样品中含有0.4g/L、2g/L敌鼠钠时平均回收率为96.8%,标准曲线范围为1~5mg/L,相关系数为0.9998,RSD为0.6%~2.2%,检出限0.15mg/L^[40]。

面对食品安全的挑战,首先必须具备的是分析监测仪器,涉及到现场和基层应用的食物常规监测和安全应急监测等,专用分析仪器、特别是快速便携式分析仪器将发挥着极其重要的作用。北京普析通用仪器公司研制的PCRS-15型便携式快速光谱仪重量不足1.5kg,采用先进的平面凹面光栅作为分光器

件, NMDS 线性图像传感器作为接收器, 可同时测量 200~800nm 的全波段光谱, 最短测量时间为 0.1s, 通过 RS232 与微机通讯, 由 UMWin 软件读取测量图谱, 可以进行图谱数据处理和打印等操作, 广泛应用于食品安全检测, 在应急事故现场快速测量中也发挥很大的作用^[41]。

参考文献

- 1 彭钊, 郭彦军. 现代科学仪器 [J], 2005 (4):72~73
- 2 白燕, 李维嘉, 吴雅琴等. 分析实验室 [J], 2005, 24(8):8~11
- 3 黄志勇, 杨妙峰, 陈艳红等. 分析实验室 [J], 2005, 24(6):65~68
- 4 黄海涛, 陈章玉, 施红林等. 分析化学 [J], 2005, 33(8):1185~1188
- 5 石元值, 马立峰, 韩文炎等. 食品科学 [J], 2006, 27(1):193~196
- 6 罗晓薇. 现代仪器 [J], 2004, 10(3):30~32
- 7 郭彦军. 现代科学仪器 [J], 2004 (4):65~66
- 8 钟爱国. 理化检验 [J], 2005, 41(12):892~893
- 9 方军, 陈建平, 舒永红等. 理化检验 [J], 2005, 41(12):902~904
- 10 何智慧, 练文卿, 陈亚等. 分析实验室 [J], 2005, 24(6):24~28
- 11 陈华萍, 陈黎, 魏育明等. 分析化学 [J], 2005, 33(12):1689~1692
- 12 李雪, 李英峰, 刘必前. 现代仪器 [J], 2005, 11(6):16~17
- 13 邵碧英, 陈文炳, 杨婕. 食品科学 [J], 2006, 27(1):193~196
- 14 刘芸瑛, 梁广坚. 现代科学仪器 [J], 2004 (5):53~55
- 15 李军会, 赵龙莲, 劳彩莲等. 现代科学仪器 [J], 2005 (1):17~19
- 16 北京普析通用公司. 现代科学仪器 [J], 2005 (5):21
- 17 张静, 寇登民. 现代仪器 [J], 2005, 11(1):8~9
- 18 李国刚, 环境化学污染事故应急监测技术与装备, 北京: 化学工业出版社, 2005
- 19 曹喆. 现代科学仪器 [J], 2005 (1):5~6
- 20 奉夏平, 陈卫国, 王志元等. 中国卫生检验杂志 [J], 2004, 14(6):701~702
- 21 李永香, 黄勇, 李发生等. 中国卫生检验杂志 [J], 2004, 14(6):677~679
- 22 黄伟雄, 李少霞, 梁春德. 中国卫生检验杂志 [J], 2004, 14(6):696~697
- 23 甘凤娟, 陈砚滕, 李月欢. 中国卫生检验杂志 [J], 2005, 15(12):1460~1461
- 24 杨挺, 皇甫伟国, 王立君. 现代科学仪器 [J], 2005 (5):74~75
- 25 da Silva C L, de Lima E C, Tavares M F M [J]. Chromatogr. A, 2003, 995:29~36
- 26 Molina M, Silva M Electrophoresis 2000, 27:3625~3633
- 27 Safarpour H, Asiaie R, Katz S [J], Chromatogr. A, 2004, 1036:217~222
- 28 黄行久, 王连超, 孙宇峰等. 分析化学 [J], 2005, 33(3):363~365
- 29 刘咏梅, 王志华, 储晓刚. 分析化学 [J], 2005, 33(6):808~810
- 30 朱晓兰, 蔡继宝, 杨俊等. 分析化学 [J], 2005, 33(6):821~824
- 31 李锋格, 全晓盾. 分析化学 [J], 2005, 33(6):838~842
- 32 杨海, 金伟, 王琳玲等. 分析化学 [J], 2005, 33(7):1041~1044
- 33 刘宏程, 黎其万, 周世萍等. 分析实验室 [J], 2005, 24(9):52~54
- 34 李璐, 徐秀玲, 刘加成等. 现代科学仪器 [J], 2004 (5):55~57
- 35 冯国栋, 王兴华, 谢菲等. 现代科学仪器 [J], 2004 (1):86~88
- 36 王连珠, 游俊, 陈支华等. 理化检验 [J], 2005, 41(12):880~883
- 37 贾云, 邱会东, 徐刚. 理化检验 [J], 2005, 41(10):751~752
- 38 吴刚, 吴云华, 鲍晓霞等. 理化检验 [J], 2005, 41(10):768~769
- 39 苟金萍, 张艳, 程淑华等. 理化检验 [J], 2005, 41(12):939~940
- 40 谢连宏, 董子珍. 理化检验 [J], 2005, 41(4):264~265
- 41 北京普析通用公司. 现代科学仪器 [J], 2005 (5):17

Monitoring technologies of the quality of farm products and the pesticide residue

Sun Hongwei¹ Li Yuzhen²

(1. Beijing Purkinje General Instrument Co Ltd, Beijing 100081)

(2. Box 14 Xueyuannanlu No 76 Haidian District, Beijing 100081)

Abstract According to many literatures in recent years, this article introduces all kinds of monitoring technologies about quality of farm products and pesticide residue. This is the first step of ensuring the safety of farm products. We must have enough monitoring methods to deal with it.

Key words Quality of farm products Pesticide residue Monitoring technologies