

# 食品安全与检测技术

尹 涓<sup>1</sup> 李玉珍<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>北京市化学工业研究院 北京 100022

<sup>2</sup>北京海淀区学院南路 76 号 14 号信箱 北京 10008)

**摘 要** 本文根据近几年的数十篇文献资料,介绍了涉及食品安全的各种检测技术,许多食品安全项目正越来越侧重于从农田到餐桌的整个过程,食品安全检测面临着严峻的挑战。

**关键词** 食品安全 检测技术

食品贸易的全球化使广大消费者受益,大量高品质、价格合理、安全的食品应运而生,满足着广大消费者的需要。同时,日趋加速的城市化状况导致食品的制作、运输、贮存、销售需求不断增加,财富的积累、生活方式的城市化以及某些设施的缺乏,使人们在家就餐的机会越来越少。随着健康和社会环境的变化、城市化的扩展、对储存食品的依赖、安全卫生的水供不足以及食品生产设备的缺乏等,食品的生产和流通对健康产生着广泛的影响。同时还会有一些不法制假商贩,制造或贩卖伪劣食品,甚至在食品中掺入有毒化学品,给消费者造成极大伤害,这就需要有一套完整的监测监督机制。

作为降低食源性危害的有效手段,许多食品安全项目正越来越侧重于从农田到餐桌的整个过程。虽然国家在保证食品安全方面作了大量的工作,每年仍有相当数量的消费者因进食受污染的食品而中毒、发病、乃至死亡。食源性疾病的爆发已引起媒体的广泛关注和消费者的关心,公众对食品中存在的致病性微生物及有害化学物质的防卫意识逐渐加强,而传统的食品安全管理体系缺乏预防性技术手段和快速监测手段。因此,急需建立快速调查食源性疾病和监测食品污染的措施和方法,食品安全监测面临着严峻的挑战。

现在有不法商贩在食品中添加对人体有害的、国家明令禁止的化工原料,如甲醛和吊白块(甲醛次硫酸氢钠)。李长海介绍了食品中甲醛和吊白块的测定方法,对甲醛的分析有碘量法、分光光度法、气相色谱法和液相色谱法等,对吊白块的分析有盐酸副玫瑰苯胺法、蒸馏滴定法等<sup>[1]</sup>。

奶粉中的钙和铁是人体必需的微量元素,李丽华等利用微波等离子体为激发光源量,氩气为等离子体工作气体,用气动雾化进样,采用标准曲线法对奶粉中的钙和铁进行了测定。Ca、Fe 的线性范围分别为 0.02~6.00mg/L、0.1~100 mg/L,最低检出限分别为 0.92、13.82 mg/L,相对标准偏差分别为 0.01%、0.63%<sup>[2]</sup>。彭涛等采用高效液相色谱-串联质谱法测定奶粉中的硝基呋喃代谢物含量。用盐酸水解奶粉中蛋白结合的代谢物,同时加入 2-硝基苯甲醛(2-NBA),37℃过夜衍生化。加入 ZnSO<sub>4</sub>,调 pH 值至 7.0 后,再加入亚铁氰化钾去除蛋白,后用乙酸乙酯提取,正己烷净化,分析采用电喷雾电离正离子(ESI<sup>+</sup>)、多反应监测

(MRM) 模式检测, 内标法定量。在添加浓度  $0.5\sim 2\ \mu\text{g/kg}$  范围内, 内标法回收率为  $89.5\%\sim 110.3\%$ , 相对标准偏差小于  $11.3\%$ 。5-马啉代甲基-3-氨基-2-恶唑酮 (AMTZ)、3-氨基-2-恶唑酮 (AOZ) 检出限为  $0.05\ \mu\text{g/kg}$ , 氨基脲 (SEM)、1-氨基-乙内酰胺 (AHD) 检出限为  $0.1\ \mu\text{g/kg}$ <sup>[3]</sup>。Loic Perring 等应用波长色散 X-射线荧光法 (WDXRF) 方便、快速地分析奶制品中 Na、Mg、P、S、Cl、K、Ca、Fe、Zn 等多种元素。与能量色散 X-射线荧光法 (EDXRF) 相比, 还能分析奶基产品中的 Na 和 Mg, 校准标样的建立是一个关键<sup>[4]</sup>。

近年来, 食品中添加的苏丹红和孔雀石绿引起了人们广泛的关注。检测苏丹红和孔雀石绿一般采用高效液相色谱法<sup>[5]</sup>。张莉等应用高效液相色谱法测定鱼类产品中的孔雀石绿及无色孔雀石绿的残留。用的是 Inertsil ODS-3 ( $4.6\text{mm}\times 250\text{mm}$ ,  $5\ \mu\text{m}$ ) 色谱柱, 氧化铅柱和二极阵列检测器, 以乙腈+乙酸胺溶液为流动相进行分离分析, 结果表明, 孔雀石绿及无色孔雀石绿的回收率分别为  $83\%$  及  $85\%$ , 相对标准偏差分别为  $5.93\%$ 、 $4.15\%$ <sup>[6]</sup>。吴跃英等采用美国 Jarrell Ash 9000 型 (N+M) 高频电感耦合等离子发射光谱仪测定了渤海 8 种鱼类以及 4 种家畜肌肉中 22 种无机元素的含量, 并进行了分析比较。检测发现, 尖头银鱼、中国毛虾样品中汞的含量超过食物允许量, 尖头银鱼、银鲈样品中铅的含量超过食物允许量, 尖头银鱼、银鲈、中国毛虾样品中的镉的含量超过食物允许量, 渤海鱼类以及家畜肌肉中的无机元素在不同年份、不同产地存在差异<sup>[7]</sup>。对硝基苯胺红 (俗称对位红) 是偶氮染料, 不允许在食品中作为色素添加使用, 曹乃斌等参考了欧盟 03/99 的苏丹红检测方法对多种色素食品进行了定量检测。采用反相高效液相色谱法测定了辣椒粉等食品中对位红的残留量。方法的检出限为  $0.1\ \mu\text{g/ml}$ , 标准曲线的线性相关系数为  $0.9999$ , 在  $0.4\sim 1.6\ \mu\text{g/ml}$  添加水平间, 加标回收率为  $95\%\sim 105\%$ , 相对标准偏差为  $0.9\%\sim 9.1\%$ <sup>[8]</sup>。

酒的主要成分是酒精和水, 但由于生产过程不合理或不合法的违规操作往往使质量下降, 以至于甲醇等有害物质含量过高, 有不法商贩在白酒中勾兑甲醇。酒中甲醇含量超标导致饮用者失明和死亡的事时有发生。利用快速便携式光谱仪, 可在现场一小时内测试酒中甲醇及其它有害物质如杂醇油、氰化物、锰、二氧化硫等的快速检测。对于酒的分析主要根据不同厂家生产的酒时的水源、地源、反应条件、生产工艺的不同, 生产出来的酒风味物质的差异进行检验。邓月娥等应用傅立叶变换红外光谱 (FTIR) 区分和鉴定酒的真伪。结果显示, 不同香型白酒的冰冻干燥物在一维谱和二阶导数谱上均具有明显的指纹特征。真假茅台酒干燥物的一维谱差异明显, 该方法简便、快速, 可直观评价白酒的品质与真伪<sup>[9]</sup>。郭红采用异烟酸-巴比妥酸分光光度法测定了酒中的氰化物含量, 将酒中的氰化物吸收在碱性溶液中, 与氯胺 T 反应生成氯化氰, 再与异烟酸-巴比妥酸产生紫色染料, 于  $598\text{nm}$  处测定吸光度,

在 0~2.5mg/L 范围内吸光度与氰化物含量呈线性关系, 相关系数为 0.9998, 测定精密度为 3.1%~3.7%, 回收率为 94%~100%<sup>[10]</sup>。连晓文等以 Se、Ge、Y 作内标, 采用电感耦合等离子质谱法 (ICP-MS) 分别测定了不同产地葡萄酒中 Mg、Ca、Fe、Mn 等 11 种元素的含量, 样品用 1%硝酸稀释后直接测定。测定 11 种元素的相对标准偏差 (n=7) 均低于 5.7%, 各元素加标回收率在 83.5%~104%<sup>[11]</sup>。祝立群应用顶空进样与气相色谱技术 (HS-GC) 对啤酒酿造过程中的各种化合物的变化进行分析, 通过检测这些化合物确定在酿造和发酵过程中影响最终啤酒产品味觉或质量的因素。结果证明, HS-GC 系统能够满足酿造过程中所需的高通量的质控检测, 一旦酿造过程中产生或引入不符合要求的物质, 在 ng/mL 或  $\mu\text{g/mL}$  水平利用氢火焰检测器 (FID) 和电子捕获检测器 (ECD) 可分别对其进行检测<sup>[12]</sup>。陆永海等采用高效液相色谱法测定了黄酒中生物胺的含量, 优化测定条件为: 样品经 0.4mol/L 高氯酸提取后, 用丹磺酰氯柱前衍生, 流动相为乙腈和水, 采用梯度洗脱, 流速为 0.8mL/min, 二极管阵列检测器, 检测波长 254nm, 该方法检测限为: 尸胺、组胺、亚精胺 0.05  $\mu\text{g/mL}$ , 酪胺 0.1  $\mu\text{g/mL}$ , 精胺 0.25  $\mu\text{g/mL}$ 。线性范围为 2.0~40.0  $\mu\text{g/mL}$  ( $r>99\%$ ), 回收率分别为尸胺 96.6%、组胺 101.9%、酪胺 101.9%、亚精胺 98.6%、精胺 107.4%。首次采用此法测定了黄酒中的生物胺, 结果表明黄酒中生物胺的种类及含量因酒的品种而异, 5 种生物胺平均总量为 114.45  $\mu\text{g/mL}$ , 变异范围为 39.27~241.07  $\mu\text{g/mL}$ <sup>[13]</sup>。

龙蜀南等介绍了溶出分析法对食品样品中的微量元素分析研究的新近展。对阳极溶出伏安法、吸附伏安法、电位伏安法的应用展开评述, 并对溶出分析法在金属元素形态分析中的应用进行了讨论<sup>[14]</sup>。

何颖等应用氢化物发生-原子荧光光度法同时测定了膨化食品中的铅和锡, 方法的精密度为: 铅 1.56%~2.24%, 锡 2.04%~3.58%, 检出限为: 铅 0.0063mg/L, 锡 0.158 mg/L。此法具有操作简便、精准度高、线性范围宽、基本干扰少、测量成本低等优点, 可适用于膨化食品的测定<sup>[15]</sup>。

亚硝酸钠与氯化钠具有相近的外观和颜色, 但在人体内却有不同的生理功能, 氯化钠(食盐)有调味的功能, 而亚硝酸钠却能使人体正常的血红蛋白(高铁血红蛋白)氧化成为高铁血红蛋白, 发生高铁血红蛋白症, 失去血红蛋白在体内输送氧的能力, 出现组织缺氧的症状。亚硝酸盐还可与仲胺类物质反应生成具有致癌性的亚硝胺类物质, 在 pH 值较低的酸性条件下, 则有利于亚硝胺类的形成。误食亚硝酸钠会造成中毒的后果。对亚硝酸钠的测定通常采用重氮-偶联反应生成红紫色染料再用分光光度法测定, 所用的重氮试剂有氨基苯磺酰胺和对氨基苯环磺酸, 偶联试剂有 N-(1-萘基)-乙二胺和  $\alpha$ -萘胺。目前, 国内外普遍使用离

子色谱和气相分子吸收法。张树香等应用离子色谱法电导检测器测定了番茄不同施肥条件下的硝酸盐和亚硝酸盐，用 AS14 分离柱进行分离，硝酸盐和亚硝酸盐测定的相对标准偏差分别为 2.85% 和 1.10%，回收率分别为 92%~104% 和 91%~100%<sup>[16]</sup>。宋莲军等利用硝酸根离子选择性电极和离子分析仪，采用浓度直读的方式，测定了蔬菜中的硝酸盐和亚硝酸盐的含量，该法对仪器设备及实验条件要求比较低，检测速度快，能够满足对蔬菜快速检测的要求。结果表明，此法测定硝酸盐和亚硝酸盐的相对标准偏差分别为 0.46% 和 1.18%，对硝酸盐和亚硝酸盐的加标回收率分别为 97.4%~104.7% 和 98.6%~99.8%<sup>[17]</sup>。王兴华等研制出一种用于农产品和食物中亚硝酸盐、硝酸盐、甲醛、吊白块（甲醛次硫酸氢钠）、二氧化硫现场快速检测的车载式仪器，开发出配套的化学试剂盒和前处理设备。该仪器每个检测项目的分析时间控制在 30min 之内，可用于质检和市场管理部门的现场流动检测<sup>[18]</sup>。

陈朝晖等应用离子色谱法测定了食盐中的碘含量，选择 AS17 色谱柱，10mmol/L KOH 淋洗液为流动相，碘盐中碘的最小含量为 1.34mg/kg，峰面积对物质浓度的线性相关系数为 0.9994<sup>[19]</sup>。

Bernhard Rothweiler 等采用气相色谱-质谱连用系统分析了油炸和烤制食品中丙烯酰胺的含量，发现其含量比水中的允许含量高出许多倍（世界卫生组织规定水中丙烯酰胺的含量标准为 0.5 μg/kg），有些食品如炸薯条、炸土豆片、脆面包片和其它的油炸食品中丙烯酰胺的含量比较高。研究表明，当氨基酸和糖一起加热到水的沸点以上时，即可能生成丙烯酰胺。此文应用选择性气相色谱-质谱（GC-MS）方法，用正离子化学电离直接检测和定量丙烯酰胺，以二溴代丙酰胺为内标，不但能够提供准确的定量结果，还能快速筛选<sup>[20]</sup>。

王亮等研究了新试剂 2-[2-(4-甲基喹啉)-偶氮]-5-二乙氨基苯酚（QADP）与镉的显色反应。在 pH 8.0 的硼酸-氢氧化钠缓冲介质中，Triton X-100 存在下，QADP 与镉的反应生成 2:1 稳定络合物，体系的最大吸收波长为 590nm，摩尔吸光系数为  $1.56 \times 10^5 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。样品中的镉用强阴离子交换固相萃取柱固相萃取预分离和富集后用该方法测定水和食品中的镉，结果令人满意<sup>[21]</sup>。

目前大豆分离蛋白在加工、贮藏过程中残留脂质中不饱和脂肪酸氧化降解过程中会产生异味，使产品的应用受到限制。黄友如等采用顶空固相微萃取技术通过气相色谱-质谱技术分析了两种大豆分离蛋白的风味成分。在未经乙醇处理的样品中共检出己醛等 14 种风味物质，而经乙醇处理的样品中仅检出 5 种风味物质，豆粕经乙醇处理后制备的大豆分离蛋白，主要异味成分 1-辛烯-3-醇未被检测到，己醛、乙酸乙酯、1-己醇、辛酸乙酯、及苯甲醛等 5 种风味成分明显减少，不及对照样品的 10%，证明经乙醇处理后的大豆分离蛋白的风味蛋

白己得到明显的改善<sup>[22]</sup>。

庞楠楠等建立了一种分离食品中 6 种常见的防腐剂山梨酸、苯甲酸、对羟基苯甲酸甲酯、对羟基苯甲酸乙酯、对羟基苯甲酸丙酯、对羟基苯甲酸丁酯的快速气相色谱方法，采用长 10m，内径 100  $\mu\text{m}$  的 HP-5 熔融石英毛细管柱，在快速升温条件下，6 种常见防腐剂的的分析时间为 1.3min，各组分平均回收率 ( $n=3$ ) 为 96.45%，检出限为 1.2~10  $\mu\text{g/mL}$ ，线性相关系数大于 0.994。此法已用于实际食品中防腐剂的检测<sup>[23]</sup>

蜂蜜常为老人、儿童、病人等体弱者食用，谢文等用高效液相色谱串联二级质谱测定了蜂蜜、蜂王浆中的氯霉素残留。在前处理中添加了同位素内标氯霉素-d5，用 10% 偏磷酸沉淀蜂王浆产品中的蛋白质，上清液经乙酸乙酯提取，自制硅胶柱和 Oasis 小柱净化。净化后的提取液用高效液相色谱-电喷雾电离质谱检测，多反应监测 3 对离子 (321.0/256.9、321.0/194.0、321.0/175.8)。该方法对不同基质样品的加标回收率 91%~107%，相对标准偏差小于 10%，蜂蜜、蜂王浆的检出限分别为 0.1  $\mu\text{g/kg}$  和 0.2  $\mu\text{g/kg}$ <sup>[24]</sup>。薄海波等采用柱切换直接进样高效液相色谱法测定了蜂蜜中 3 种四环素族抗生素(土霉素 OTC、四环素 TC、金霉素 CTC) 的残留量，先用缓冲溶液溶解样品后，直接进样，以二次蒸馏水作流动相在  $\text{C}_{18}$  预柱上在线富集和净化，然后用柱切换阀将预柱与一个  $\text{C}_{18}$  分析柱接通，草酸溶液-乙腈-甲醇作流动相，紫外检测器在 350nm 处检测。各组分回收率大于 85%，标准曲线的相关系数为 0.9983~0.9991，最低检出限  $\leq 0.021\text{mg/kg}$ ，满足欧盟和日本等国的要求 (0.05  $\text{mg/kg}$ )<sup>[25]</sup>。薛晓锋等采用气相色谱-质谱法同时测定蜂蜜中的双甲脒及其代谢物 (2, 4-二甲基苯胺) 残留。将蜂蜜样品用 pH 11.0 的水溶解，其中的双甲脒和 2, 4-二甲基苯胺残留用正己烷超声波提取后，直接用 GC-MS 测定，样品添加浓度在 10  $\mu\text{g/kg}$ ~200  $\mu\text{g/kg}$  时，双甲脒和 2, 4-二甲基苯胺的回收率为 60%~120%，检出限均为 10  $\mu\text{g/kg}$ <sup>[26]</sup>。

毛细管电泳 (CE) 具有高效、快速、微量、高灵敏度等优点，成为分析化学中一项新技术。许元红等对 CE 在食品分析中的应用进行了综述，介绍了它在基因突变分析、核酸定量分析、蛋白质分离及纯度分析、蛋白质组学研究种有着广泛的应用。在食品分析中用于蛋白质、氨基酸、生物胺、维生素、碳水化合物、无机离子、有机酸、食品添加剂、农药和抗生素残留、生物毒素等的分析测定<sup>[27]</sup>。

蔡元痒等应用毛细管气相色谱法测定了酱油中对羟基苯甲酸酯类物质。按照国标 GB/T5009.31 的方法进行提取、净化、氮气吹干样品，结果表明对羟基苯甲酸酯之间能从基线分开，峰形良好，灵敏度好。甲酯、乙酯的相对标准偏差分别为 1.5%、2.1%，回收率分别为 93.5%、91.5%<sup>[28]</sup>。陈炳灿等使用过硫酸消化-砷铈催化分光光度法测定了酱油中的

碘，由于碘砷可以使硫酸铈褪色，故于 420nm 处与标准系列比较定量，此方法最低检出限为  $3 \mu\text{g/L}$ ，线性范围为  $0.06 \sim 6\text{mg/L}$ ，相关系数为 0.9995，加标回收率为  $95.1\% \sim 110.3\%$ ，相对标准偏差为  $1.7\% \sim 3.8\%$  ( $n=3$ )<sup>[29]</sup>。

周鸿娟等采用气相色谱-质谱联用和气相色谱方法对两种市售牛肉香基 1 号和 2 号进行了定性和定量分析，并对两种牛肉香基的主要成分及组成进行了比较。结果表明，两种香基中的检出成分均在美国食品香料与萃取制造者协会允许安全食用的范围之内。杂环化合物和含硫、氮化合物构成牛肉香基的主体，还进一步说明各种成分对牛肉香基香气的贡献大小<sup>[30]</sup>。王迪等采用阻抗法快速测定熟肉制品中的菌落总数，并与现行国家标准方法相比较，经统计学处理，发现两种检测方法无显著性差异，两种方法熟肉制品检验结果相符率为  $95\%$ <sup>[31]</sup>。赵海香等应用固相萃取-气相色谱-质谱同时分析了猪肉中 3 种巴比妥类药物的残留量。对样品用乙腈提取， $\text{C}_{18}$  固相萃取柱净化，碘甲烷甲基化的条件优化，采用 HP-5 毛细管柱分离，电子轰击电离源质谱选择离子模式 (SIM) 检测，巴比妥  $m/z$  126, 169, 183, 184；异戊巴比妥  $m/z$  169, 170, 184, 226；苯比巴妥  $m/z$  175, 232, 245, 260；dwell time 80s)，外标法定量（定量离子  $m/z$  分别为 169, 169, 232）。其标准曲线线性回归系数均在 0.99 以上，线性范围为  $2.5 \sim 50 \mu\text{g/kg}$ ，加标回收率为  $65\% \sim 112\%$ ，相对标准偏差为  $5.4\% \sim 17.2\%$ ，检出限均为  $1 \mu\text{g/kg}$ <sup>[32]</sup>。

史莹华等采用免疫亲合技术，对动物肝脏和肌肉中黄曲霉毒素残留进行了提取和纯化处理，建立了一种快速、灵敏、简便的测定动物组织中黄曲霉毒素  $\text{B}_1$ 、 $\text{B}_2$ 、 $\text{G}_1$ 、 $\text{G}_2$  的高效液相色谱方法。用反相 HPLC 分离，柱后光化学衍生，荧光检测器测定黄曲霉毒素的含量。结果表明，4 种毒素可在 10min 内完成分离，线性范围  $15 \sim 1500\text{pg}$ ，线性回归系数大于 0.9998，平均加标回收率为  $68.71\% \sim 83.42\%$ ，相对标准偏差为  $3.51\% \sim 7.40\%$  检出限均达到  $2.65\text{pg}$ <sup>[33]</sup>。林黎明等采用液相色谱-串联质谱线性组合法测定了动物组织中的硝基呋喃代谢产物，以 2-硝基苯甲醛作为衍生化试剂，AM0Z-d5、A0Z-4 为内标，用乙酸乙酯提取、净化后，以 2-乙腈-0.1% 甲酸为流动相，采用梯度洗脱，用于不同种类动物组织样品预处理，15min 可将 4 种代谢产物完全分离并测定。提出了 HPLC-MS/MS 多重反应监测线性组合法的原理并进行了验证，回收率为  $85\% \sim 118\%$ ，定量限为  $0.1 \mu\text{g/kg}$ ，检出限为  $0.03 \mu\text{g/kg}$ <sup>[34]</sup>。

许春光等采用酶联免疫技术检测生猪中的盐酸克伦特罗（瘦肉精），利用 Randox 公司产的 ELISA 检测试剂盒，结合 ELX800 通用酶标仪对 442 份生猪尿样进行检测，发现阳性样品 7 份（含量  $>5\text{mg/mL}$ ），与 GC-MS 检测结果一致。该方法具有较高的灵敏度和特异性，特别适合大批量盐酸克伦特罗尿样的定性和定量检测<sup>[35]</sup>。3-甲基吲哚（粪臭素）是小肠中未消化

蛋白质在大肠厌氧微生物作用下的产物之一,对阉割公猪肉品质有显著的负面影响。郑君杰等对猪肉背膘中 3-甲基吡啶的测定方法进行了研究,采用液相色谱,荧光检测器,0.02mol/L HAc :异丙醇=760:30 为流动相,流速 1.5mL/min,结果表明,标样浓度在 120ng/mL 范围内线性关系良好,回收率在 97%左右,相对标准偏差在 3%以下<sup>[36]</sup>。尼卡巴嗪(nicarbazin)是一种广谱、高效、稳定的抗球虫饲料药物添加剂,在家禽肌肉及组织中会有不同程度的残留。章虎等用乙腈提取样品中的尼卡巴嗪,经碱性氧化铝层析柱纯化,用反相高效液相色谱仪在 340nm 波长处对尼卡巴嗪含量进行测定。结果表明,尼卡巴嗪回收率在 80.9%~95.7%之间,研究表明在添加 125mg/kg 尼卡巴嗪的饲料喂鸡 42 天后,停药 7 天后鸡肝中尼卡巴嗪的残留量有 0.18mg/kg<sup>[37]</sup>。

赵玉娟等应用高压液相色谱法分析了牛肉中维生素 C 的含量。用 0.1%草酸溶液:乙腈=96:4 的溶液进行梯度洗脱,具有分辨率高、洗脱快的优点,回收率为 99.84%,相对标准偏差为 4.2%<sup>[38]</sup>。

郭根和等采用反相高效液相色谱法测定了对虾中 5 种磺胺类药物残留。用 C<sub>18</sub>柱,紫外(或 PDA)检测器,5mmol/L NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 溶液-乙腈溶液为流动相,磷酸调节 pH 2.8,流速为 10mL/min,柱温 35℃,于 267nm 波长处检测,最低检测限为 2 μg/kg,相关系数为 0.9997 以上,5 种药物加标回收率分别为 81%~90%、79%~86%、71%~80%,相对标准偏差小于 10%,符合痕量测定的要求<sup>[39]</sup>。张萍等采用离子色谱技术快速测定了鱼预混饲料中肌醇(inositol)的含量。采用直接用水浸提试样,高效阴离子交换色谱分离-脉冲安培检测技术(HPAEC-PAD)测定肌醇,获得良好的结果<sup>[40]</sup>。

食用菌是一种高蛋白质、低脂肪、营养高、污染少的美食,稀土元素对食用菌具有增产和提高商品等级的作用。吕水源等采用强酸型阳离子交换树脂分离富集-ICP-AES 法同时测定食用菌中的稀土元素,排除了高含量 K、Na、Ca、Mg 等非稀土元素的基体干扰,并对分析谱线的选择、样品的消解方法、仪器的工作条件和分离富集条件进行了研究。方法回收率为 92.2%~104.2%,相对标准偏差为 1.4%~9.7%<sup>[41]</sup>。

## 参考文献

- [1] 李长海. 现代仪器[J]. 2004, 10(3):49-52.
- [2] 李丽华, 张金生, 张起凯. 分析实验室[J]. 2005, 24(6):47-49.
- [3] 彭涛, 储晓刚, 杨强等. 分析化学[J]. 2005, 33(8):1073-1076.
- [4] Loic Perring, Daniel Andrey. 实验与分析[J]. 2005(3):24-25.
- [5] GB/T19681-2005

- [6] 张莉, 文红, 王红. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1483-1484.
- [7] 吴跃英, 李明德. 现代仪器[J]. 2005, 11(3): 39-40.
- [8] 曹乃斌, 梁玉英, 欧阳颖瑜等. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1450-1452.
- [9] 邓月娥, 孙素英. 现代仪器[J]. 2005, 11(5): 29-30.
- [10] 郭红. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1452-1453.
- [11] 连晓文, 杨秀环, 梁旭霞. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(8): 925-927.
- [12] 祝立群. 实验与分析[J]. 2005(3): 20-22.
- [13] 陆永海, 董明盛, 吕欣等. 食品科学[J]. 2006, 27(1): 196-199.
- [14] 龙蜀南, 郭璇华, 李万霞. 现代仪器[J]. 2005, 11(5): 19-21.
- [15] 何颖, 陈红军. 现代仪器[J]. 2005, 11(5): 44-45.
- [16] 张树香, 张蓓, 张志峰等. 现代科学仪器[J]. 2005(2): 69-70.
- [17] 宋莲军, 侯永新, 任洪涛等. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1444-1446.
- [18] 王兴华, 马隼, 谢菲等. 现代科学仪器[J]. 2005(1): 89-92.
- [19] 陈朝晖, 董晓莉. 现代科学仪器[J]. 2004(5): 65-66.
- [20] Bernhard Rothweiler, Eberhardt Kuhn, Harry Prest. 中国实验室[J]. 2005(4): 12-16.
- [21] 王亮, 袁倬斌, 胡秋芬等. 分析化学[J]. 2005, 33(3): 371-373.
- [22] 黄友如, 裘爱泳, 华欲飞等. 分析化学[J]. 2005, 33(3): 389-391.
- [23] 庞楠楠, 迪丽努尔·马力克, 牛蓓等. 分析实验室[J]. 2005, 24(3): 48-52.
- [24] 谢文, 丁慧瑛, 章晓氢等. 分析化学[J]. 2005, 33(12): 1767-1770.
- [25] 薄海波, 柳春辉, 张江丽等[J]. 2005, 33(4): 515-518.
- [26] 薛晓锋, 赵静, 邱静等. 现代科学仪器[J]. 2005(1): 65-67.
- [27] 许元红, 唐亚军, 吴明嘉等. 分析化学[J]. 2005, 33(12): 1794-1798.
- [28] 蔡元痒, 肖伦, 张鹏等. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1474.
- [29] 陈炳灿, 唐洪, 蒋炜. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(8): 947.
- [30] 周鸿娟, 付德才. 分析实验室[J]. 2005, 24(9): 85-90.
- [31] 王迪, 陈倩. 中国卫生检验杂志[J]. 2005, 15(12): 1485-1486.
- [32] 赵海香, 邱月明, 汪丽萍等. 分析化学[J]. 2005, 33(6): 777-780.
- [33] 史莹环, 许梓荣, 冯建蕾等. 分析化学[J]. 2005, 33(6): 850-852.
- [34] 林黎明, 林回春, 高彦惠等. 分析化学[J]. 2005, 33(8): 1081-1086.



- [35] 许春光, 杨克军. 现代仪器[J]. 2005, 11 (6) :46-47.
- [36] 郑君杰, 刘彦. 现代科学仪器[J]. 2005 (1) :73-74.
- [37] 章虎, 吴俐勤, 杨彩梅等. 现代科学仪器[J]. 2005 (1) :68-70.
- [38] 赵玉娟, 李如华, 刘慧文. 现代仪器[J]. 2005, 11 (3) :32-33.
- [39] 郭根和, 潘藏, 苏德森等. 现代科学仪器[J]. 2005 (1) :70-71.
- [40] 张萍, 石波, 梁平. 现代科学仪器[J]. 2005 (1) :78-80.
- [41] 吕水源, 吕宝源, 刘伟等. 分析实验室[J]. 2005, 24 (9) : 81-84.

### **Foods Safety and Monitoring Technologies**

Yin Wei<sup>1</sup> Li Yuzhen<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Beijing Chemical Engineering Research Institute, Beijing 100022

<sup>2</sup> 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 foods safety. Many projects of foods safety are paying attention to the whole process from field to table. Foods safety is faced with serious challenge today.

**Key Words** foods safety    monitoring technologies