

## 综述

## 动物源性食品中农药多残留检测前处理技术研究进展

李君君,李力军,徐惠诚,赵增强,高彬,刘琨  
(天津出入境检验检疫局,天津 300300)

**摘要:**近年来,动物源性食品农药多残留检测技术成为国内外研究热点。作为农残检测的关键环节,样品前处理过程直接影响检测的效率和准确度,快速、高效、误差小、回收率高的前处理技术是未来的发展方向。本文从样品提取、净化及未来发展趋势等方面综述了近年来国内外文献中动物源性食品中农药多残留测定前处理方法。

**关键词:**动物源性食品;农药多残留;前处理;提取;净化

**中图分类号:**S481.8 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-8456(2012)04-0403-05

### Pretreatment methods for the determination of multi-pesticide residues in foods of animal origin

Li Junjun, Li Lijun, Xu Huicheng, Zhao Zengqiang, Gao Bin, Liu Kun  
(Tianjin Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Tianjin 300300, China)

**Abstract:** In recent years, pesticide residues in foods of animal origin have attracted wide attention; in particular, simultaneous detection of multiple pesticide residues has become a hot research subject at home and abroad. As a key step in the detection of pesticide residues, pretreatment of samples possesses a direct influence on the efficiency and accuracy of determination, and therefore, researchers have been searching for quick, high-efficient pretreatment techniques with small error and high recovery rate. Methods and research articles published in 1990 - 2011 on extraction, purification and detection of multi-pesticide residues in foods of animal origin were reviewed in this paper, and focusing on pretreatment methods and their future developments.

**Key words:** Foods of animal origin; multi-pesticide residues; pretreatment; extraction techniques; clean-up methods

由于长期大量使用与滥用,农药已成为食品的重要污染源之一,特别是随着我国人民生活水平的提高,肉、水产品、蛋、乳类等动物源性食品在居民膳食结构中所占的比例越来越大<sup>[1-2]</sup>,通过环境接触、食物链富集等进入动物体内的农药残留问题成为了关注热点<sup>[3-4]</sup>。目前全世界的化学农药有1400多种,普遍使用的杀虫剂、除草剂有200余种<sup>[5]</sup>,农药的混合、复合使用导致动物源性食品中通常残留多种类型的农药,严重危害人民身体健康。近年来我国在蔬果、茶叶等植物源性食品及水体、土壤等环境中的农残检测上已取得了较大进展,但针对动物源性食品农药残留检测,尤其是同时测定不同类型农药残留的多残留检测则较少研究。检测技术上的差距还导致我国出口动物源性食品遭遇欧美日等发达国家的技术性贸易壁垒。因此,提高我国动物源性食品农药多残留检测水平,显得十分重要和紧迫。

目前我国已引进了多种先进的农残检测设备,仪器设备水平与国外相差不大,差距主要在于样品的提取、净化等前处理上。动物源样品中含有大量的脂肪、蛋白质和有机酸类物质,对其进行农药多残留分析时,要求前处理过程既要去除干扰物,又不能造成分析物的损失。此外,研究表明样品前处理过程占整个分析过程70%以上的工作量<sup>[6-8]</sup>,因此,建立准确、高效的前处理过程是提高农药残留检测水平的基础和关键。本文对近年来国内外动物源性食品中农药多残留分析的前处理方法和发展趋势进行了综述。

## 1 提取

### 1.1 固-液萃取/液-液萃取/索氏提取

固-液萃取法(solid-liquid extraction, SLE)是应用最广泛的动物源性食品农药残留提取方法,常用于肉制品、禽蛋、鱼的农残分析<sup>[9-14]</sup>,奶及奶制品则多用液-液萃取法(liquid-liquid extraction, LLE)<sup>[15]</sup>。常规索氏提取也普遍用于鱼、肉、蛋等食品中的农药提取。Juhler<sup>[16]</sup>用乙酸乙酯提取了肉和动物性脂

收稿日期:2012-04-01

作者简介:李君君 女 硕士 研究方向为食品安全与卫生监督

E-mail: lijunjun.fudan@gmail.com

肪中的有机磷农药。Darko 等<sup>[17]</sup>采用索式提取,测定了罗非鱼中 12 种有机氯农药。Tian<sup>[18]</sup>用乙腈提取了牛乳中的 29 种残留农药。目前这类方法多用于提取一类或两类农药,但当提取不同极性的农药时,这些方法的回收率和效率都难以达到理想水平,不仅费时费力,容易引入误差,还会对大气和环境造成极大的污染。

### 1.2 加速溶剂萃取

对于食品中农药多残留分析,省时省力、高效快速的无溶剂或少溶剂的样品前处理技术是发展的方向。加速溶剂萃取 (accelerated solvent extraction, ASE) 是近几年发展起来的提取固体物质中有机物及其残留的方法,已被美国国家环境保护局 (EPA) 收录为处理固体样品的标准方法之一<sup>[19]</sup>,并已应用于土壤、食品、药物等样品中残留物的提取。该法是在较高温度 (50 ~ 200 °C) 和压力 (10.3 ~ 20.6 MPa) 条件下用有机溶剂萃取,具有溶剂用量少、挥发性小、提取时间短和自动化程度高等优点<sup>[7,9,11]</sup>,因此 ASE 被广泛用于动物内脏器官、肌肉、蛋、奶和鱼肉样品中的农药提取。Frenich 等<sup>[20]</sup>分别采用固-液萃取、索氏提取、加速溶剂萃取三种提取方法,对鸡肉、猪肉、羊羔肉中的有机磷、有机氯农药残留进行了检测,结果表明,固-液萃取需要 80 ml 溶剂,回收率在 70% ~ 104% 之间;索氏提取耗费了 150 ml 溶剂,回流时间长达 6 小时,且对敌敌畏、六氯苯等农药的回收率较低,在 70% 以下;ASE 只需要 60 ml 溶剂,整个提取时间仅 10 余分钟,且对大多数农药的回收率在 70% ~ 93% 之间,相对标准偏差小于 10%。综合工作效率、溶剂用量与回收率等方面,ASE 都明显优于其他两种方法。吴刚等<sup>[21]</sup>以乙腈作为溶剂,采用加速溶剂萃取仪萃取,建立了猪肉、牛肉、鸡肉及鱼肉中 36 种有机磷农药残留的快速分析方法,减少了有机溶剂的使用量,提高了工作效率。此外,吴刚等还用该方法快速提取了猪肉、牛肉、鸡肉和鱼肉中的 12 种氨基甲酸酯类农药,回收率在 62% ~ 104% 之间,最低检出限浓度 ( $S/N=3$ ) 在 0.24 ~ 1.020  $\mu\text{g}/\text{kg}$  之间,其结果符合农残分析的要求<sup>[22]</sup>。

### 1.3 超临界流体萃取

超临界流体萃取 (supercritical fluid extraction, SFE) 利用的是在临界压力和临界温度以上的流体具有特异增加的溶解能力,从而代替各种溶剂来萃取样品中待测组分<sup>[7-9,11]</sup>。其优点是基本避免了使用有机溶剂、萃取过程易于调节、萃取效率高、能耗低、产物易与溶剂分离、无溶剂残留等。目前最常用的超临界流体为  $\text{CO}_2$ 。SFE 已被用来萃取肉类、

动物脂肪中的残留农药<sup>[23-24]</sup>,Juhler<sup>[25]</sup>还研究了超临界流体的密度、温度、流速和提取时间对回收率的影响,发现该方法对多数农药的回收率、检测精度等指标符合欧盟规定 (Directive 96/33/EEC)。但由于 SFE 萃取装置复杂昂贵,其推广应用受到限制。

### 1.4 微波辅助萃取

微波辅助萃取 (microwave assisted extraction, MAE) 将微波技术与萃取技术相结合,利用极性分子可以迅速吸收微波能量来加热具有极性的溶剂,达到萃取样品中目标成分、分离杂质的目的。该法具有萃取速度快、试剂用量少、回收率高、灵敏以及易于自动控制等优点<sup>[7-9,11]</sup>。Weichbrodt 等<sup>[26]</sup>以等体积的乙酸乙酯-环己烷混合溶液为溶剂,采用 MAE 和 ASE 法提取鱼肉中有机氯和有机磷农药,发现两种方法的回收率相当,相对标准偏差均小于 10%。Vetter 等<sup>[27]</sup>用 MAE 法提取了鲸脂中的多种有机氯农药,回收率在 90% 以上,标准偏差小于 5%。

## 2 净化

动物源性食品中的油脂、蛋白质等物质会污染色谱柱,影响色谱分辨率,使色谱柱的分离效果下降,还可能缩短其使用寿命。净化可以有效减少基质影响,提高方法的特异性,成为农残检测前处理中必不可缺的一环。

### 2.1 固相萃取技术

固相萃取技术 (solid phase extraction, SPE) 是近年来迅速发展起来的一种样品前处理技术,在我国也普遍应用。SPE 是利用固体吸附剂将液体样品中的目标化合物吸附,从而与样品的基体以及干扰化合物实现分离,然后再利用洗脱液洗脱或加热解吸附,来达到净化和富集分析物的目的。与液-液萃取相比,SPE 可节省时间和溶剂约 90%,减少杂质的引入,还可以避免 LLE 中乳化现象的产生,因此在很大程度上取代了 LLE。动物源性食品中农药残留检测常用的固相萃取柱有  $\text{C}_{18}$  柱、N-丙基乙二胺 (PSA) 柱、氟罗里硅土柱、氨基柱、氧化铝柱等<sup>[7-11]</sup>。不同的柱子有不同的特性,实际应用中要根据样品和待测组分的性质选择相应的固相萃取柱,比如  $\text{C}_{18}$  上接有十八烷基官能团,对油脂分子的去除效果最为理想,同时还可以除去其他非极性的杂质,特别适用于油脂含量高的动物肌肉样品的净化。PSA 含有极性官能团 (氨基),能从样品中吸附极性化合物,对于样品中的脂肪酸、色素等具有良好的净化效果,同时 PSA 还可以通过螯合作用去除

金属离子。田宏哲等<sup>[28]</sup>测定了牛奶中涕灭威、速灭威、呋喃丹等 6 种氨基甲酸酯类农药残留量,乙腈提取后,对比了 Oasis HLB 固相萃取柱、PSA 柱、C<sub>18</sub> 柱的净化效果,发现采用 Oasis HLB 柱进行目标组分的净化,6 种待测组分回收率都达到 80% 以上,而采用其他两种萃取柱进行净化,部分目标组分的回收率偏低,不能满足农药残留检测的要求。

此外,由于基质和干扰物的复杂性,为了加强净化效果,还可以将不同的 SPE 柱串联使用,苏建峰<sup>[29]</sup>将 C<sub>18</sub> 柱与 PSA 柱串联组合净化,检测了猪肉中的 63 种有机磷农药,回收率在 70% ~ 121% 之间。叶瑞洪等<sup>[30]</sup>分别采用 SLE 和 LLE 方法提取了动物肌肉和牛奶中的 61 种有机磷农药,然后用 C<sub>18</sub> 柱和 PSA 柱进行固相萃取净化,分别吸附提取液中的非极性和极性杂质,达到了良好的净化效果,该方法的定量限均达到 0.01 mg/kg,回收率为 62.8% ~ 107%。Schenck 等<sup>[31]</sup>将石墨化碳黑固相萃取柱与氨基固相萃取柱串联,提取了鸡蛋中 28 种有机磷农药残留,还在柱头加放了 2 ml 硫酸盐的氟罗里硅土柱来净化有机氯农药残留,从而实现了有机磷和有机氯农药残留的同时提取、分步净化,回收率分别为 86% ~ 108% 和 61% ~ 149%。赵雁冰等<sup>[32]</sup>为测定禽蛋中 203 种农药及化学污染物残留,对 9 种柱子或混合柱进行比较实验,发现 C<sub>18</sub> + Carb 串联柱净化效果最佳,该串联柱的回收率在 60% ~ 120% 范围内的分析物个数占研究总数的比例为 92.3%。

## 2.2 基质固相分散提取技术

基质固相分散提取技术(matrix solid-phase dispersion, MSPD)是在 SPE 基础上发展起来的,其基本操作原理是把固体样品和固相萃取吸附剂一起研磨,一起淋洗,合并了传统的样品前处理过程中所需的样品均化、组织细胞裂解、提取、净化等过程,从而避免了样品均化、转溶、乳化、浓缩等造成的待测物损失。MSPD 常用的吸附剂有 C<sub>8</sub>、C<sub>18</sub>、石墨化碳黑(GCB)、硅胶+硫酸、中性氧化铝、酸性氧化铝、氟罗里硅土、惰性的海砂等<sup>[5,7-11]</sup>。金珍等<sup>[33]</sup>将超声辅助萃取与 MSPD 相结合,测定鱼肉中有机氯、有机磷和拟除虫菊酯 3 类 14 种残留农药,回收率在 66.6% ~ 102% 之间。Liasera 等<sup>[34]</sup>用 C<sub>18</sub> 键合硅胶颗粒作为吸附剂,提取了牛肉和牛肝中的二嗪农等 5 种有机磷农药残留,绝大多数有机磷农药回收率高于 94%。Lehotay 等<sup>[35]</sup>用 C<sub>18</sub> 和无水硫酸钠作为吸附剂,与氟罗里硅土柱串联,检测了牛奶、鸡蛋等食品中的有机磷农药残留。

## 2.3 凝胶渗透色谱法

凝胶渗透色谱法(gel-permeation chromatograph,

GPC)是一项成熟的农药残留净化技术。其主要原理是根据不同体积的分子在凝胶色谱柱保留的时间差异,来分离目标物,具有自动化程度高、回收率高等优点<sup>[7-11]</sup>。Frenich 等<sup>[36]</sup>对鸡、猪、羊等动物肝脏中的有机氯和有机磷农药残留进行了检测,发现采用固-液萃取、GPC 净化的方法,可以检测到 34 种农药,而用 MSPD 提取净化,则只能检测到 25 种。最终选择采用 GPC 净化,回收率在 70% ~ 115% 之间。郑锋等<sup>[37]</sup>采用均质提取,GPC 净化,测定了河豚鱼、鳗鱼等水产品中 191 种农药残留,方法的回收率范围为 50.2% ~ 120%,其中 89.5% 的农药的回收率为 70% ~ 120%,相对标准偏差范围为 0.6% ~ 21.6%。曾凡刚等<sup>[38]</sup>用 GPC 对鱼肉中的多种有机氯农药进行净化处理,发现我国南海海鱼有六六六、滴滴涕、狄氏剂、环氧七氯等残留,报告了我国南海有机氯农药的污染情况。

GPC 净化方法是一种分离大分子类干扰物质的方法,能把农药残留从各种复杂基质中分离出来,但有些小分子干扰物可能会被夹带洗脱,不能完全分离,因此有时需要与其他技术连用,常见的是 GPC 净化后,用固相萃取做进一步净化。费勇等<sup>[39]</sup>建立了淡水鱼类中多氯联苯和有机氯农药等 36 种半挥发性有机物的同时测定方法,采用 GPC 和氟罗里硅土两级净化,回收率为 70.3% ~ 84.8%。王耀等<sup>[40]</sup>以乙腈为溶剂,将咸鱼样品用 ASE 萃取,提取液用 GPC 除去脂类、蛋白质和大部分色素,再经 PSA 固相萃取,进一步除去样品中可能含有的有机酸等杂质,提取效率高,净化效果好,回收率达 64.5% ~ 98.6%。吴刚等<sup>[41]</sup>也采用 ASE 萃取,GPC 和 PSA 两级净化,建立了动物源性食品中 50 种电负性农药多残留的快速分析方法。李爱军等<sup>[42]</sup>采用 GPC 和 SPE 连用的方法,测定了动物源性食品中敌敌畏等 10 种常用有机磷农药的残留,该方法的测定下限满足了国际通用的质量控制要求。

除了以上净化技术外,固相微萃取、搅拌棒萃取在动物源性食品农药多残留检测方面也有应用,这些方法可以实现样品的无扰动分析,能够大幅提高萃取效率,可以使检测仪器的灵敏度提高 1 ~ 2 个数量级。

## 3 展望

动物源性食品中脂肪含量高、残留农药种类多、性质差别大,因此,能够在温和的条件下去除脂肪分子、有机溶剂耗用量小、提取或净化效率高、可以实现自动化或半自动化、通用性强、适合多残留分析将成为未来样品前处理技术的发展方向。综

观上述前处理技术,加速溶剂萃取技术简便快速,可以实现自动化控制;GPC技术成熟稳定,净化条件温和,灵敏度高;基质固相分散提取技术低碳高效,回收率高,这些技术都将是目前及未来动物源性食品中农药残留分析前处理的主导技术。但是,基于目前这些前处理技术普遍存在装置复杂、设备昂贵等问题,以及农药品种多样化、样品基质复杂化和农残要求严格化等的不断挑战,我国的广大科研人员仍需不断研究创新,开发高效灵敏的样品前处理技术。

## 参考文献

- [1] 仲维科,郝戩,孙梅心,等. 我国食品的农药污染问题[J]. 农药,2000,39(7):1-3.
- [2] 赵云峰,吴永宁,王绪卿,等. 中国居民膳食中农药残留的研究[J]. 中华流行病学杂志,2003,2(8):661-664.
- [3] 汪建红,李雪红,张保欣. 动物源性食品的农药残留和化学污染物对人类毒性作用及畜产品安全达标对策[J]. 新疆畜牧业,2003,(3):8-9.
- [4] 周宏琛,闫秋成,田晓林,等. 动物源性食品安全快速检测及酶联免疫吸附方法的应用[J]. 肉类研究,2006(3):29-32.
- [5] 陈宗懋. 食品中农药残留检测发展的新趋势[J]. 农产品质量与安全,2011,1:9-12.
- [6] 程文杰. 食品中农药残留检测技术研究进展[J]. 中国卫生检验杂志,2011,2(2):534-535.
- [7] 赵鹏亮. 国内外农药多残留分析前处理技术的研究进展[J]. 安徽农业科学,2010,38(29):16276-16279.
- [8] 曾祥斌. 农药残留检测前处理方法初探[J]. 农业科技与装备,2011,2:47-52.
- [9] 杨立新,苗虹,曾凡刚,等. 动物源性食品中有机磷农药残留检测技术研究进展[J]. 中国食品卫生杂志,2010,22(3):284-288.
- [10] 张帆,李忠海,王利兵,等. 食品中氨基甲酸酯类农药残留的检测方法研究进展[J]. 中国食物与营养,2010,(2):64-67.
- [11] LEDOUX M. Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin. A review of the past two decades[J]. J Chromatogr A,2011,1218:1021-1036.
- [12] RAWN D F K, ROSCOE V, TRELKA R, et al. N-methyl carbamate pesticide residues in conventional and organic infant foods available on the Canadian retail market[J]. Food Addit Contam,2006,23(7):651-659.
- [13] BARANOWSKA I, BARCHANSKA H, ABUKNESHA R A, et al. ELISA and HPLC methods for atrazine and simazine determination in trophic chains samples. Ecotoxicol[J]. Environ Saf,2008,70(2):341-348.
- [14] SCHENCK F J, DONOGHUE D J. Determination of Organochlorine and Organophosphorus Pesticide Residues in Eggs Using a Solid Phase Extraction Cleanup[J]. J Agric Food Chem, 2000,48(12):6412-6415.
- [15] BARANOWSKA I, BARCHANSKA H, PYRSZ A. Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain[J]. Chemosphere, 2005,60(11):1590-1599.
- [16] JUHLER R K. Optimized method for the determination of organophosphorus pesticides in meat and fatty matrices[J]. J Chromatogr A,1997,786(1):145-153.
- [17] DRAKO G, AKOTO O, OPPONG C. Persistent organochlorine pesticide residues in fish, sediments and water from Lake Bosomtwi, Ghana[J]. J Chemosphere,2008,72(1):21-24.
- [18] TIAN H Z. Determination of chloramphenicol, enrofloxacin and 29 pesticides residues in bovine milk by liquid chromatography-tandem mass spectrometry[J]. J Chemosphere,2011,83(3):349-355.
- [19] Test methods for evaluating solid waste, Method 3545, EPA SW-846[M]. 3rd ed. Update III US GPO, Washington,1995.
- [20] FRENICH A G, VIDALJ L M, SICILIA A D, et al. Multiresidue analysis of organochlorine and organophosphorus pesticides in muscle of chicken, pork and lamb by gas chromatography-triple quadrupole mass spectrometry[J]. Ana Chim Acta,2006,558(1-2):42-52.
- [21] 吴刚,鲍晓霞,王华雄,等. 加速溶剂萃取-凝胶渗透色谱净化-气相色谱快速分析动物源性食品中残留的多种有机磷农药[J]. 色谱,2008,26(5):577-582.
- [22] 吴刚,王华雄,鲍晓霞,等. 加速溶剂萃取-GPC液相色谱柱后衍生化测定动物源性食品中多种氨基甲酸酯类农药残留量[J]. 中国食品卫生杂志,2008,20(5):409-413.
- [23] NAM K S, KING J W. Supercritical fluid extraction and enzyme immunoassay for pesticide detection in meat products[J]. J Agric Food Chem,1994,42(7):1469-1474.
- [24] HOPPER M L. Automated one-step supercritical fluid extraction and clean-up system for the analysis of pesticide residues in fatty matrices[J]. J Chromatogr A,1999,840(1):93-105.
- [25] JUHLER R K. Supercritical fluid extraction of pesticides from meat:a systematic approach for optimisation[J]. Analyst,1998,123,1551-1556.
- [26] WEICHBRODT M, VETTER W, LUCKAS B. Microwave-Assisted extraction and accelerated solvent extraction with ethyl acetate-cyclohexane before determination of organochlorines in fish tissue by gas chromatography with electron-capture detection[J]. J AOAC,2000,83(6):1334-1343.
- [27] VETTER W, WEICHBRODT M, GLOTZ D, et al. Combined microwave-assisted extraction and gel permeation chromatography for the determination of chlorinated hydrocarbons in seal blubber and cod livers[J]. J Chemosphere,1998,37(9-12):2439-2449.
- [28] 田宏哲,赵瑛博,周艳明. 高效液相色谱-质谱法测定牛奶中6种氨基甲酸酯农药残留[J]. 食品科学,2011,32(2):187-190.
- [29] 苏建峰. 猪肉中63种有机磷农药的气相色谱筛选与气质联用确证方法[J]. 分析测试学报,2008,27:1298-1302.
- [30] 叶瑞洪,苏建峰. 分散固相萃取-超高效液相色谱-串联质谱法测定果蔬、牛奶、植物油和动物肌肉中残留的61种有机磷农药[J]. 色谱,2011,29(7):618-623.
- [31] SCHENCK F J, DONOGHUE D J. Determination of organochlorine and organophosphorus pesticide residues in eggs using a solid phase extraction cleanup[J]. Agric Food Chem, 2000,48:6412-6415.
- [32] 赵雁冰,庞国芳,范春林,等. 气相色谱-串联质谱法快速测定禽蛋中203种农药及化学污染物残留[J]. 分析实验室,2011,1(5):8-21.

- [33] 金珍,林竹光. 气相色谱-负化学离子源/质谱法测定鱼肉中残留农药[J]. 理化检验(化学分册), 2008, 44(12): 1141-1144.
- [34] LIASERA M P, REYES-REYES M L. A validated matrix solid-phase dispersion method for the extraction of organophosphorus pesticides from bovine samples[J]. Food Chem, 2009, 114: 1510-1516.
- [35] LEHOTAY S J, MASTOVAKA K, YUN S J. Evaluation of two fast and easy methods for pesticide residue analysis in fatty food matrices[J]. J AOAC Int, 2005, 88(2): 630-638.
- [36] FRENICH A G, BOLANOS P P, MARTINEZ VIDAL J L. Multiresidue analysis of pesticides in animal liver by gas chromatography using triple quadrupole tandem mass spectrometry[J]. J Chromatogr A, 2007, 1153(1-2): 194-202.
- [37] 郑锋, 庞国芳, 李岩, 等. 凝胶渗透色谱净化气相色谱-质谱法检测河豚鱼、鳗鱼和对虾中191种农药残留[J]. 色谱, 2009, 27(5): 700-710.
- [38] 曾凡刚. 我国南海海鱼中有机氯农药残留分析[J]. 岩矿测试, 2010, 29(3): 241-244.
- [39] 费勇, 杨晓红, 张海燕, 等. 全自动凝胶色谱净化-气相色谱法同时测定淡水鱼类中多氯联苯和有机氯农药等36种残留有机物[J]. 中国环境监测, 2011, 2: 63-68.
- [40] 王耀, 刘少彬, 谢翠美, 等. 加速溶剂萃取凝胶渗透色谱/固相萃取净化气相色谱质谱法测定咸鱼中有机磷农药残留[J]. 分析化学, 2011, 39(1): 67-71.
- [41] 吴刚, 赵珊红, 俞春燕, 等. 加速溶剂萃取-GPC气相色谱( $\mu$ -ECD)快速分析动物源性食品中多种电负性农药残留量[J]. 中国食品学报, 2009, 9(2): 162-170.
- [42] 李爱军, 王明泰, 牟峻, 等. 气相色谱-质谱法测定动物源食品中10种有机磷农药残留量[J]. 理化检验(化学分册), 2010, 46(9): 1000-1005.

[上接第IV页]

**电子文献:** [序号] 主要责任者. 题名[文献类型标志/文献载体标志]. 出版地: 出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径.

举例[9] 全国文献工作标准化技术委员会第七分委员会. GB/T 3179—1992 科学技术期刊编排格式[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992.

**电子文献:** [序号] 主要责任者. 题名[文献类型标志/文献载体标志]. 出版地: 出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问路径.

举例[10] 肖钰. 出版业信息化迈入快车道[EB/OL]. (2001-12-19) [2002-04-15]. <http://www.creader.com/news/20011219/200112190019.html>.

**专利文献:** [序号] 专利申请者. 题名: 专利国别, 专利号[P]. 公告或公开日期.

### 3 声明

本刊已进入中国所有主要期刊数据库, 本刊所付稿酬包括这些数据库的稿酬。编辑部对来稿将作文字性修改, 若涉及内容修改会与作者商榷。本刊概不退稿, 编辑部收到稿件后, 于3个月内通知处理意见。投稿6个月后如未收到修稿或录用通知, 作者可自行处理稿件。来稿一经刊登, 即按规定支付稿酬, 并赠送杂志。

### 4 投稿

投稿请登录《中国食品卫生杂志》网站 <http://www.zgspws.com>, 并同时邮寄稿件纸版1份和单位介绍信。

来稿中应有清楚完整的作者通信地址、联系电话和E-mail地址。

编辑部地址: 北京市宣武区南纬路29号462室 营养与食品安全所《中国食品卫生杂志》编辑部

邮政编码: 100050 电话和传真: 010-83132658 E-mail: [spws462@163.com](mailto:spws462@163.com)