

蔬果中氯吡脞残留样品前处理及 分析方法研究进展

罗伟强^{1,2}, 肖小华^{1*}, 李攻科^{1*}

(1. 中山大学化学与化学工程学院, 广州 510275; 2. 广西民族大学化学化工学院, 南宁 530006)

摘要: 氯吡脞是一种新的高效植物生长促进剂, 在蔬菜水果生产中广泛应用, 长期接触可引起人体内蛋白质代谢紊乱。因此, 发展简单、快速、高灵敏度的氯吡脞残留分析方法具有重要意义。本文综述了蔬果中氯吡脞残留分析的研究进展, 包括固相萃取等样品前处理方法及液相色谱-质谱、酶联免疫法等分析方法, 并对其发展趋势进行了展望。

关键词: 氯吡脞; 样品前处理; 分析方法

Progress in sample preparation and analysis of forchlorfenuron in vegetables and fruits

LUO Wei-Qiang^{1,2}, XIAO Xiao-Hua^{1*}, LI Gong-Ke^{1*}

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;
2. College of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University for Nationalities, Nanning 530006, China)

ABSTRACT: Forchlorfenuron is a typical plant growth regulator, which has the similar physiological activity to its natural pesticides, plant hormones and can effectively promote, inhibit or modify the growth and development of plants. However, it was found to be extensively used in edible plants in many countries and the toxicity and residues in vegetables and fruits had caused a great concern in recent years. In this paper, the progress of some typical sample preparation techniques and analytical methods for the determination of forchlorfenuron were reviewed. The future trends of forchlorfenuron analysis were also prospected.

KEY WORDS: forchlorfenuron; sample preparation; analytical method

氯吡脞(forchlorfenuron, 1-(2-氯-4-吡啶基)-3'-苯基脞, 图 1)的商品名有膨果龙、调吡脞等, 制剂名有大果灵、葡萄膨大剂、猕猴桃膨大剂, 主要制剂包括

0.10%吡效隆醇液、0.50%乳油等。它属于植物生长调节剂原药, 主要有促进细胞分裂、扩大细胞体积、延缓衰老、促进坐果、果实膨大等生理作用, 被广泛

基金项目: 国家自然科学基金项目(21127008)、广州市科技计划项目(12A102051514)、高等学校博士学科点专项(20120171110001)

Fund: Supported by the National Natural Science Foundation of China (21127008), Guangzhou City Science and Technology Project (12A102051514) and Specialized Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education (20120171110001)

*通讯作者: 肖小华, 副教授, 主要研究方向为食品安全分析。E-mail: xiaohua@mail.sysu.edu.cn

李攻科, 教授, 主要研究方向为复杂体系分离分析, 色谱与光谱分析、样品前处理技术及装置研制。E-mail: cesgkl@mail.sysu.edu.cn

*Corresponding author: XIAO Xiao-Hua, Associate Professor, School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, No.135, Xingang West Road, Guangzhou 510275, China. E-mail: xiaohua@mail.sysu.edu.cn

LI Gong-Ke, Professor, School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, No.135, Xingang West Road, Guangzhou 510275, China. E-mail: cesgkl@mail.sysu.edu.cn

应用于果树、蔬菜、粮食作物等^[1,2]。我国已在猕猴桃、甜瓜等作物上获得登记,目前其使用范围有进一步扩大的趋势。由于长期接触氯吡啶会引起体内蛋白质代谢的紊乱、肺气肿和体形消瘦^[3],欧盟、日本、美国等已对其残留量进行了严格限定,如日本“肯定列表”对部分浆果中氯吡啶的限量为 0.02 mg/kg,而美国早在 1996 年便对猕猴桃中氯吡啶作了 0.04 mg/kg 的限量规定,我国《农产品及食品中农药最大残留限量》中规定甜瓜等农产品中氯吡啶的最大残留限量为 0.05~0.1 mg/kg。

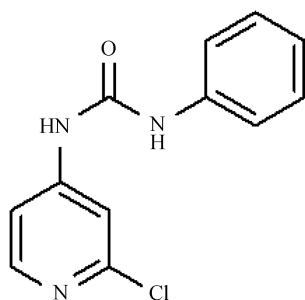


图1 氯吡啶(1-(2-氯-4-吡啶)-3-苯基脲)的结构式

Fig. 1 The chemical structure of forchlorfenuron

由于蔬果中氯吡啶残留含量很低,样品基质和待测组分具有不确定性等因素的影响,其分析检测要求具有精细的操作手段、较高的灵敏度和较强的特异性。目前,国内外对氯吡啶残留分析的研究主要包括溶剂萃取、固相萃取等有效的样品前处理方法,以及灵敏的气(液)相色谱-质谱联用、液相色谱、放射免疫方法等分析方法。本文综述了蔬果中氯吡啶残留的样品前处理方法及分析方法的进展。

1 样品前处理方法

样品前处理是一个耗时、繁琐且容易引起分析测定误差的过程,它主要包括萃取及净化两个步骤,一般占研究总时间的 60%以上^[4],传统的前处理方法如液-液萃取、索氏抽提、层析等存在溶剂消耗多、耗时长、操作繁琐、组分易丢失等缺点,已成为整个分析过程的瓶颈。由于蔬果类农产品组成成分复杂,而且不同植物生长调节剂的理化性质存在较大差异,因而对蔬果中氯吡啶残留的检测,样品的前处理尤为关键。

1.1 样品萃取方法

为尽可能完全地萃取出所含氯吡啶残留,并减少萃取干扰物质,萃取溶剂的选择至关重要。在选择萃取溶剂时,根据“相似相溶原理”,一般选择与氯吡啶极性相近且不与样品发生反应的低毒性溶剂,常用的萃取剂有甲醇、乙醇、丙酮、乙腈等。

其中甲醇是最常用的萃取溶剂。如周艳明等^[5]用 80%甲醇水溶液(v/v)浸提苹果果实内残留的氯吡啶,萃取液经 C₁₈ 柱净化后采用液相色谱分析测定,其回收率为 73.23%~92.49%,方法的最低检出限低至 0.006 mg/kg、最低定量限为 0.02 mg/kg。

丙酮、乙醇等也常被用作萃取剂。李佳等^[6]用丙酮、氯化钠和盐酸萃取黄瓜中的氯吡啶,其回收率为 87.38%~93.80%,检出限为 3.75×10^{-3} mg/kg,检测限为 3.0×10^{-7} mg。Maki 等^[4,7]用丙酮萃取蔬果农产品中的氯吡啶,萃取液经过滤和浓缩后在氧化铝柱上用乙酸乙酯萃取剩余物,然后再经反相固相萃取小柱净化并用 HPLC 分析检测,取得了满意的结果。

乙腈是蔬果中氯吡啶残留的常用萃取溶剂,在猕猴桃^[8]、西瓜、杨梅^[9]等蔬果氯吡啶分析中作为萃取溶剂得到了成功地应用,其检出限一般不超过 10 μg/g。但是无论选择什么萃取溶剂,通过液液萃取等传统耗时低效方式,不仅萃取效果难以保证,且前处理时间较长。因此需要结合不同的萃取液净化措施,或者通过外场作用等方式加快氯吡啶样品处理速度。

利用超声波的空化作用和热作用可以使分析物从固体基质中较快溶解出来以提高其萃取效率。胡江涛等^[10]采用超声波辅助乙腈萃取并结合分散固相萃取净化和液相色谱分析了猕猴桃中的氯吡啶残留,方法检出限为 0.005 mg/kg,回收率为 82.0%~112.0%。此外,黎路等^[11]也采用该技术萃取分析了西瓜、黄瓜和猕猴桃中氯吡啶残留量,得到了满意的结果。

1.2 萃取净化方法

因蔬果样品基体复杂、氯吡啶残留量较低,因此采用溶剂萃取得到的萃取液中含有较多杂质,通常需要净化萃取液后才能进一步分析检测。常采用的净化方法主要有液-液萃取法、固相萃取(SPE)法和分散固相萃取法等。

将蔬果样品采用乙腈萃取,然后将萃取液用正己烷和二氯甲烷液液萃取净化,高压液相色谱分析检测,李瑞娟^[12]和 Sharma 等^[13]分别测定了猕猴桃、

葡萄、土壤和水样中的氯吡脞残留,结果满足痕量分析要求。但这种液液萃取的净化方法步骤较为繁琐,不适合常规大批量检测。相对于液-液萃取方法,固相萃取法(SPE)通过固相吸附剂吸附液体样品中的目标化合物,使其与样品基体和干扰化合物分离,再用溶液洗脱或加热解吸附,达到分离和富集目标化合物的目的,具有简单、快速、高效的特点。常用的萃取柱为 C_{18} 柱、碱性氧化铝柱等^[14]。侯玉茹等^[15]用碱性氧化铝柱净化乙腈萃取液,结合高压液相色谱分析检测了葡萄中氯吡脞残留,最低检出浓度为0.0001 mg/kg。张军等^[16]用0.5%(v/v)甲酸水溶液和乙腈(4:11, v/v)混合溶剂萃取葡萄果实中氯吡脞,经Strata-X固相萃取小柱净化,采用电喷雾离子源多反应监测模式HPLC-MS/MS分析检测,方法的检出限为0.5 $\mu\text{g/L}$,定量限为2.0 $\mu\text{g/L}$ 。郑玲等^[17]建立了葡萄、西瓜、柑桔、梨中的氯吡脞的类似分析方法,方法定量限为0.2 $\mu\text{g/kg}$ 。

与SPE技术相比,分散固相萃取(MSPD)技术所需的样品和有机溶剂用量少,避免了样品均化、沉淀、离心、乳化和浓缩等环节可能造成的目标物损失,操作简单快速,特别适合固体、半固体和粘性样品的前处理^[11],*N*-丙基乙二胺是氯吡脞残留萃取净化常用的吸附剂,在葡萄、西瓜^[12]和甜瓜^[14]等蔬果样品氯吡脞残留分析中均得到了成功的应用。

QuEChERS方法是在分散固相萃取法的基础上开发的快速前处理技术,在植物生长调节剂等分析中应用较广^[18]。毛建霏等^[19]建立了基于QuEChERS前处理的高压液相色谱法并分析了豆芽中氯吡脞残留的含量。Valverde等^[20]也用类似方法测定了西瓜样品中的氯吡脞。此外,Wong等^[21]使用QuEChERS方法萃取净化,LC-MS/MS测定了水果和蔬菜中包括氯吡脞的191种残留,并对比了不同定量方法对分析结果的影响。

2 氯吡脞残留的分析方法

氯吡脞在蔬果等植物体内的含量很低,目前常用检测方法包括气相色谱、液相色谱-质谱法以及酶联免疫法等。

2.1 高压液相色谱-质谱法(HPLC-MS)

HPLC及HPLC-MS的灵敏度和选择性高、重复性好,是复杂体系中痕量目标分析物常用的分析检

测手段,广泛应用于各种植物中的氯吡脞等植物激素的分析^[22,23]。Liu等^[24]采用HPLC/UV分析了红土和黄瓜样品中痕量的氯吡脞残留,方法检测限为0.003 mg/kg。Shi等^[25]建立了橙子和桃中氯吡脞、赤霉素、多效唑、二氯苯氧基乙酸和苄基噻二唑脞等5种植物生长调节剂同时检测的LC-MS/MS分析方法,方法的定量限是0.5~16.5 $\mu\text{g/kg}$,回收率是76%~112%。HPLC-MS技术特别适合复杂样品中多残留的同时分析。如Sack等^[26]采用HPLC-MS/MS测定了食品中氯吡脞等173种农药残留;Tran等^[27]用HPLC-MS/MS和GC-MS/MS分析了果汁中174种农药残留;Banerjee等^[28]用HPLC-MS/MS分析了芒果中87种农药残留。

此外,液相色谱-飞行时间质谱(LC/TOF-MS)在植物生长调节剂的检测中也有很好的应用。Wang等^[29]建立了婴儿水果蔬菜食品中138种农药残留的超高压液相色谱(UHPLC)Q-TOF-MS/MS分析方法。随后,他们^[30]又采用QuEChERS方法净化浆果样品,结合LC/ESI-MS/MS和UHPLC-Q-TOF-MS/MS测定了浆果中148种农药残留量。

2.2 气相色谱法

气相色谱法(GC)具有选择性高、分离性能好、灵敏度高、分析速度快等优点,是植物生长调节剂残留量测定的常用手段。常用于检测植物生长调节剂的检测器主要有ECD、FPD等。龚勇等^[31]建立了黄瓜和西瓜中氯吡脞残留的气相色谱检测方法。结果表明,黄瓜、西瓜瓜瓢和西瓜全瓜中的氯吡脞经丙酮和二氯甲烷混合溶液匀浆萃取并经 C_{18} 小柱净化后,GC-ECD测定的最低检出限为0.001 mg/kg,黄瓜回收率为89.2%~106.2%;西瓜瓜瓢的回收率为89.4%~99.3%;西瓜全瓜回收率为92.8%~101.0%,满足痕量分析要求。

2.3 酶联免疫吸附测定法(ELISA)

酶联免疫吸附测定(ELISA)技术是在免疫技术上发展起来的一种新型免疫测定技术,具有特异性强、灵敏度高、快速简便、可准确定性、定量,容易推广普及等优点,可广泛用于现场样品的测试。2008年Pantaleon等^[32]用酶联免疫吸附法测定了兔子中氯吡脞,检测限是0.013 nmol/L。随后,他们^[33]又建立了猕猴桃中氯吡脞残留的ELISA分析方法,并评价了不同颜色猕猴桃的基质效应。最近,该研究团队^[34]

采用酶联免疫吸附法结合 HPLC-UV 分析了粮食中氯吡啶残留, 检测限达 10 ng/L。作为一种快速筛选方法, ELISA 技术在食品安全检测领域中的应用潜力很大, 但它不能同时分析多种类型残留组分, 对结构类似的化合物有一定程度的交叉反应等, 因此还有待进一步改进、完善。

3 展望

随着食品安全问题日益突出, 滥用氯吡啶等植物激素增加蔬果产量和美化蔬果外观带来的食品安全问题逐渐受到了社会的关注。目前有关氯吡啶残留分析的相关研究工作, 无论是快速高效的样品前处理技术还是简单灵敏的分析检测方法均不多, 难以满足食品安全监管等要求, 以分子印迹聚合物等新型材料为基础的固相微萃取技术以及基于抗体抗原相互作用的酶联免疫等快速筛查技术, 发展蔬果、环境等复杂基体中痕量氯吡啶等植物激素快速高效的样品前处理技术和简单灵敏的分析检测方法具有重要意义。

参考文献

- [1] 张卫炜, 杨永珍. 氯吡啶的研究及应用进展[J]. 农药科学与管理, 2006, 27: 36-40.
Zhang WW, Yang YZ. Advances in research and application of forchlorfenuron [J]. Pestic Sci Admin, 2006, 27(5): 36-40.
- [2] 李瑞娟, 于建垒, 宋国春. 氯吡啶的环境行为及其安全性的研究进展[J]. 农药, 2008, 47: 240-243.
Li RJ, Yu JL, Song GC. Advances on environmental activities and safety of forchlorfenuron [J]. Agrochemicals, 2008, 47(4): 240-243.
- [3] 史晓梅, 金芬, 黄玉婷, 等. 水果中常用植物生长调节剂的研究进展[J]. 食品工业科技, 2012, 33(4): 417-422, 426.
Shi XM, Jin F, Huang YT, *et al.* Review on advance of plant growth regulators in fruits, food industry science and technology [J]. Sci Technol Food Ind, 2012, 33(4): 417-422, 426.
- [4] 唐莉娟, 万益群. 植物激素的分析研究进展[J]. 食品科学, 2009, 30: 393-398.
Tang LJ, Wan YQ. Progress in methods for analyzing plant hormone [J]. Food Sci, 2009, 30(21): 393-398.
- [5] 周艳明, 忻雪. 高效液相色谱法测定果蔬中7种植物激素的残留量[J]. 食品科学, 2010, 31: 301-304.
Zhou YM, Xin X. Determination of plant hormone residues in vegetables and fruits by high performance liquid chromatography [J]. Food Sci, 2010, 31(18): 301-304.
- [6] 李佳, 龚道新. 氯吡啶在土壤和黄瓜中的残留分析[J]. 湖南农业科学, 2010, 5: 84-87.
Li J, Gong DX. Residue analysis of forchlorfenuron in cucumber and soil, human agricultural sciences [J]. Hunan Agric Sci, 2010, (5): 84-87.
- [7] Maki KY, Ichiro T, Yasuhiro T, *et al.* Clean-up method of forchlorfenuron in agricultural products for HPLC analysis [J]. J Food Hyg Soc Japan, 2007, 48: 148-152.
- [8] 杨柳, 陆军, 朱杰丽, 等. 基质分散萃取-反相高效液相色谱法测定猕猴桃中氯吡啶[J]. 西北林学院学报, 2013, 28: 156-159.
Yang L, Lu J, Zhu JL, *et al.* Determination of forchlorfenuron in kiwi by matrix solid phase performance liquid chromatography [J]. J Northwest Forestry Univ, 2013, 28(2): 156-159.
- [9] 徐永, 寿林飞, 虞淼, 等. 超高效液相色谱-串联四级杆质谱联用法测定水果中多效唑、氯吡啶和咪鲜胺的残留[J]. 农药学报, 2012, 14: 61-66.
Xu Y, Shou LF, Yu M, *et al.* UPLC-MS/MS method for determination of paclobutrazol, forchlorfenuron and prochloraz residues in fruits [J]. Chin J Pestic Sci, 2012, 14(1): 61-66.
- [10] 胡江涛, 盛毅, 方智, 等. 分散固相萃取-高效液相色谱法快速检测猕猴桃中的氯吡啶[J]. 色谱, 2007, 25: 441-442.
Hu JT, Sheng Y, Fang Z, *et al.* Determination of forchlorfenuron in kiwi by dispersive solid-phase extraction high performance liquid chromatography [J]. Chin J Chromatogr, 2007, 25(3): 441-442.
- [11] 黎路, 王楠, 黄晓晶, 等. 果蔬中植物生长调节剂氯吡啶的高效液相色谱测定方法[J]. 现代仪器, 2012, 18: 15-17.
Li L, Wang N, Huang XJ, *et al.* HPLC analysis of forchlorfenuron in fruits and vegetables [J]. Mod Instrum, 2012, 18(5): 15-17.
- [12] 李瑞娟, 于建垒, 宋国春, 等. 氯吡啶在猕猴桃和土中的降解动态与残留测定[J]. 山东农业科学, 2009, 2: 78-80, 83.
Li RJ, Yu JL, Song GC, *et al.* Degradation dynamic and residue determination of forchlorfenuron in Chinese gooseberry fruit and soil [J]. Shandong Agr Sci, 2009, 2: 78-80, 83.
- [13] Sharma D, Awasthi MD. Behaviour of forchlorfenuron residues in grape, soil and water [J]. Chemosphere, 2003, 50: 589-594.
- [14] 陈卫军, 张耀海, 李云成, 等. 果蔬中常用植物生长调节剂分析方法研究进展[J]. 食品科学, 2012, 33: 283-289.
Chen WJ, Zhang YH, Li YC, *et al.* Research advances in analytical methods of plant growth regulators for fruits and vegetables [J]. Food Sci, 2012, 33(11): 283-289.
- [15] 侯玉茹, 杨媛, 石磊, 等. 固相萃取-高效液相色谱法检测葡萄中氯吡啶的研究[J]. 食品科技, 2011, 36: 255-258.
Hou YR, Yang Y, Shi L, *et al.* Study of determination of forchlorfenuron in grape by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography [J]. Food Sci Technol,

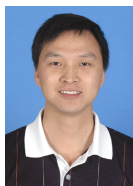
- 2011, 36(1): 255–258.
- [16] 张军, 杜平. 高效液相色谱-串联质谱法测定葡萄中的吡效隆和赤霉素[J]. 色谱, 2011, 29: 1133–1136.
Zhang J, Du P. Determination of forchlorfenuron and gibberellin acid in the grapes using high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry [J]. Chin J Chromatogr, 2011, 29(11): 1133–1136.
- [17] 郑玲, 李丽华, 黄大新, 等. 液相色谱-串联质谱法对水果中氟吡啶残留的测定[J]. 食品工业, 2011, 7: 90–92.
Zheng L, Li LH, Huang DX, *et al.* Determination of forchlorfenuron in fruits by liquid chromatography-electrospray negative ionization mass spectrometry [J]. Food Ind, 2011, 7: 90–92.
- [18] Wang J, Chow W, Cheung W. Application of a tandem mass spectrometer and core-shell particle column for the determination of 151 pesticides in grains [J]. J Agr Food Chem, 2011, 59: 8589–8608.
- [19] 毛建霏, 雷绍荣, 郭灵安, 等. QuEChERS 前处理快速测定豆芽中氟吡啶残留[J]. 西南农业学报, 2012, 25: 1432–1438.
Mao JF, Lei SR, Guo LA, *et al.* Facile determination of forchlorfenuron in bean sprout via QuEChERS sample preparation technique [J]. Southwest China J Agr Sci, 2012, 25(4): 1432–1438.
- [20] Valverde A, Aguilera A, Ferrer C, *et al.* Analysis of forchlorfenuron in vegetables by LC/TOF-MS after extraction with the buffered QuEChERS method [J]. J Agr Food Chem, 2010, 58: 2818–2823.
- [21] Wong J, Hao CY, Zhang K, *et al.* Development and interlaboratory validation of a QuEChERS based liquid chromatography tandem mass spectrometry method for multiresidue pesticide analysis [J]. J Agr Food Chem, 2010, 58: 5897–5903.
- [22] Akiyama Y, Matsuoka T, Mitsuhashi T. Multi-residue screening method of acidic pesticides in agricultural products by liquid chromatography time of flight mass spectrometry [J]. Pestic Sci, 2009, 34: 265–272.
- [23] 金芬, 史晓梅, 于志勇, 等. 分散固相萃取-液相色谱-串联质谱法测定水果中 19 种酸性农药[J]. 分析化学, 2011, 41: 354–359.
Jin F, Shi XM, Yu ZY, *et al.* Determination of 19 acidic pesticide residues in fruit by dispersive solid phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. Chin J Anal Chem, 2011, 41(3): 354–359.
- [24] Liu Q, Gong DX, Peng XC, *et al.* Determination of forchlorfenuron dissipation and residue in cucumbers and red soil [J]. J Northeast Agr Univ, 2010, 17: 27–31.
- [25] Shi XM, Jin F, Huang YT, *et al.* Simultaneous determination of five plant growth regulators in fruits by modified quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe (QuEChERS) extraction and liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Agr Food Chem, 2012, 60: 60–65.
- [26] Sack C, Smoker M, Chamkasem N, *et al.* Collaborative validation of the QuEChERS procedure for the determination of pesticides in food by LC/MS/MS [J]. J Agr Food Chem, 2011, 59: 6383–6411.
- [27] Tran K, Eide D, Nickols SM, *et al.* Finding of pesticides in fashionable fruit juices by LC-MS/MS and GC-MS/MS [J]. Food Chem, 2012, 134: 2398–2405.
- [28] Banerjee K, Oulkar DP, Patil SB, *et al.* Multiresidue determination and uncertainty analysis of 87 pesticides in mango by liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Agr Food Chem, 2009, 57: 4068–4078.
- [29] Wang J, Leung D. Applications of ultra-performance liquid chromatography electrospray ionization quadrupole time-of-flight mass spectrometry on analysis of 138 pesticides in fruit- and vegetable-based infant foods [J]. J Agr Food Chem, 2009, 57: 2162–2173.
- [30] Wang J, Leung D, Chow W. Applications of LC/ESI-MS/MS and UHPLC QqTOF MS for the determination of 148 pesticides in berries [J]. J Agr Food Chem, 2010, 58: 5904–5925.
- [31] 龚勇, 单伟力, 简秋, 等. 黄瓜、西瓜和土壤中氟吡啶残留分析方法[J]. 农药科学与管理, 2011, 32: 30–34.
Gong Y, Shah WL, Jian Q, *et al.* Determination of forchlorfenuron residues in cucumber, watermelon and soil [J]. Pestic Sci Admin, 2011, 32(11): 30–34.
- [32] Pantaleon CS, Mercader JV, Agullo, *et al.* Production and characterization of monoclonal and polyclonal antibodies to forchlorfenuron [J]. J Agr Food Chem, 2008, 56: 11122–11131.
- [33] Pantaleon CS, Mercader JV, Agullo, *et al.* Hapten synthesis and polyclonal antibody-based immunoassay development for the analysis of forchlorfenuron in kiwifruit [J]. J Agr Food Chem, 2010, 58: 8502–8511.
- [34] Pantaleon CS, Turrillas FA, Mercader JV, *et al.* Development and validation of a direct competitive monoclonal antibody-based immunoassay for the sensitive and selective analysis of the phytohormone forchlorfenuron [J]. Anal Bioanal Chem, 2012, 403: 2019–2026.

(责任编辑: 张宏梁)

作者简介



罗伟强, 高级实验师, 主要研究方向为食品安全分析。
E-mail: 456wq@163.com



肖小华, 副教授, 主要研究方向为食品安全分析。
E-mail: xiaoxhua@mail.sysu.edu.cn



李攻科, 教授, 主要研究方向为复杂体系分离分析, 色谱与光谱分析、样品前处理技术及装置研制。
E-mail: cesgkl@mail.sysu.edu.cn

“食品添加剂”专题征稿

近年来, 食品安全得到了国家越来越多的重视, 但我国的食品安全问题仍较严重。近年来出现的“染色”馒头、“瘦肉精”、“特仑苏”牛奶 OMP 物质等多个食品安全事件, 引起了公众对食品安全问题的恐慌。

鉴于此, 本刊特别策划了“**食品添加剂**”专题, 由北京工商大学徐宝财教授担任专题主编。徐宝财教授现为北京工商大学食品学院院长, 长期从事表面活性剂的设计、合成与应用等研究工作, 已发表论文 100 余篇, 多次获国家、省部级奖励。本专题主要围绕**食品添加剂的开发与应用、不良食品添加剂的检测、食品添加剂的滥用、误用**等问题展开讨论, 计划在**2014 年 1 月**出版。

编辑部特向各位专家为本专题撰写稿件, 综述、研究论文均可, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。请在**2013 年 10 月 31 日**前通过网站或 Email 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

Email: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部