

高效液相色谱-串联质谱法测定黄瓜中啞菌酯残留

陈勇达, 钱 训, 郑振山, 张少军*

(河北省农林科学院农产品质量安全研究中心, 农业农村部农产品质量安全风险评估实验室(石家庄), 石家庄 050051)

摘 要: **目的** 建立高效液相色谱-串联质谱法测定黄瓜中的啞菌酯残留量的分析方法。**方法** 样品用乙腈匀浆提取, 无水硫酸镁、氯化钠盐析离心, 无水硫酸镁、PSA 净化, 用液相色谱-串联质谱仪测定, 外标法定量。**结果** 在选定色谱条件下, 啞菌酯的检出限为 1.0×10^{-12} g; 在质量浓度 0.0025~0.50 $\mu\text{g/mL}$ 范围内, 啞菌酯的峰面积与浓度呈线性关系, 标准曲线方程为: $Y=2 \times 10^8 X-51888$, 相关系数 r 为 0.9995; 分别在 0.005、0.05、0.5 mg/kg 3 个添加水平进行添加回收实验, 平均回收率为 86%~93%, 相对标准偏差(relative standard deviation, RSD)为 6.0%~7.4%, 啞菌酯在黄瓜中的定量限为 0.005 mg/kg。**结论** 该方法前处理过程简洁, 减少了系统误差, 节约了样品处理时间; 检测方法灵敏度高, 准确度和精密度满足 NY/T 788-2018《农作物中农药残留试验准则》的要求, 适用于黄瓜中啞菌酯残留量的检测。

关键词: 啞菌酯; 黄瓜; QuEChERS; 高效液相色谱-串联质谱法; 农药残留

Determination of azoxystrobin residue in cucumber by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry

CHEN Yong-Da, QIAN Xun, ZHENG Zhen-Shan, ZHANG Shao-Jun*

(Research Center of Quality and Safety of Agro-products, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products (Shijiazhuang), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shijiazhuang 050051, China)

ABSTRACT: Objective To establish a method for determination of azoxystrobin residue in cucumber by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (HPLC-MS/MS). **Methods** Samples was extracted by acetonitrile after homogenate, centrifugated with anhydrous magnesium sulfate and sodium chloride, purified by PSA and anhydrous magnesium sulfate, then detected by HPLC-MS/MS, and calculated by external standard method. **Results** Under the selected chromatographic conditions, the limit of detection of azoxystrobin was 1.0×10^{-12} g. In the range of 0.0025–0.50 $\mu\text{g/mL}$, there was a good linear relationship between peak area and concentration, with the standard curve equation of $Y=2 \times 10^8 X-51888$, and the correlation coefficient of 0.9995. The recoveries at 3 spiked levels (0.005, 0.05, 0.5 mg/kg) were 86%–93%, with the relative standard deviations (RSD) were 6.0%–7.4%. The limit of quantification (LOQ) in cucumber was 0.005 mg/kg. **Conclusion** The pretreatment process of this method is simple, which reduces the system error and saves the sample processing time. The established method has high sensitivity, accuracy and precision, meeting the requirements of NY/T 788-2018 *Guideline for the testing of pesticides in crops*, which is suitable for the detection of azoxystrobin residue in cucumber.

基金项目: 农业农村部农药登记残留试验项目(CL19318004)

Fund: Supported by Pesticide Residues Testing Project from Ministry of Agriculture and Rural Affairs (CL19318004)

*通讯作者: 张少军, 博士, 研究员, 主要研究方向为农药残留试验及农产品质量安全。E-mail: zhangshj601@163.com

*Corresponding author: ZHANG Shao-Jun, Ph.D, Professor, Laboratory of Quality and Safety Risk Assessment for Agro-products (Shijiazhuang), Ministry of Agriculture, Shijiazhuang 050051, China. E-mail: zhangshj601@163.com

KEY WORDS: azoxystrobin; cucumber; QuEChERS; high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry; pesticide residue

1 引 言

啉菌酯(azoxystrobin), 化学名称为: (E)-2-[2-(6(2 氰基苯氧基)啉啉-4-基氧]苯基)-3-甲氧基丙烯酸酯, 属于甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂, 作用特点为通过在细胞色素 Bcl 向细胞色素 C 的电子转移, 从而抑制线粒体的呼吸。对 14-脱甲基化酶抑制剂、苯甲酰胺类、二羧酰胺类和苯并咪唑类产生抗性的菌株有效。具有保护、铲除、渗透、内吸活性。抑制孢子萌发和菌丝生长^[1,2]。由于其有效的杀菌效果, 该产品已在 85 个国家的 80 种作物上登记^[3], 我国目前广泛登记在黄瓜、葡萄、水稻、番茄、马铃薯、草莓等作物上^[4], 因此研究其残留检测方法具有重要的现实意义。我国国家标准规定啉菌酯的每日允许摄入量(acceptable daily intake, ADI)值为 0.2 mg/kg 体重, 啉菌酯在黄瓜中的最大残留限量值(maximum residue limit, MRL)为 0.5 mg/kg^[5]。本研究开展了啉菌酯在黄瓜中的残留分析方法研究, 满足 MRL 值对检测水平的要求。

目前, 啉菌酯在黄瓜中的残留分析多为气相色谱法: 石亚中等^[6]采用丙酮/乙酸乙酯提取, 气相色谱-氮磷检测器检测, 啉菌酯在黄瓜中的最低检出浓度为 0.01 mg/kg; 丁蕊艳等^[7]采用丙酮/乙酸乙酯提取, 气相色谱-氮磷检测器检测, 啉菌酯在黄瓜中的最低检出浓度为 0.03 mg/kg; 尹丰平等^[8]采用丙酮提取, 二氯甲烷萃取, 硅胶柱净化, 气相色谱-氮磷检测器检测, 啉菌酯在黄瓜中的最低检出浓度为 0.00125 mg/kg; 上述方法均存在前处理消耗试剂过大, 过程繁琐, 检测灵敏度低且氮磷检测器由于铷珠使用过程中由于碱离子的消耗而造成灵敏度下降^[9,10], 存在一定的不稳定性。洪文英等^[11]采用 QuEChERS(quick、easy、cheap、effective、rugged、safe)方法提取净化, 高效液相色谱-串联质谱法检测, 虽然提高了检测灵敏度, 但存在一定程度的基质干扰。结合上述方法的优缺点, 本研究建立了以 QuEChERS 方法为基础, 优化高效液相色谱-串联质谱法检测啉菌酯在黄瓜中的残留, 克服了基质效应、检测器不稳定等缺点, 提高了检测的灵敏度和稳定性, 以期为蔬菜中甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的残留检测提供参考。

2 仪器与方法

2.1 主要仪器与试剂

啉菌酯标准品(纯度 99%, 国家农药质检中心); 乙腈(分析纯, 天津市科密欧化学试剂有限公司); 甲醇(色谱纯, 天津市康科德科技有限公司); 甲酸(色谱纯, 天津市光复精细化工研究所); 无水硫酸镁(分析纯, 天津市永大化学

试剂有限公司); N-丙基乙二胺(PSA, 分析纯, 天津欧姆尼基因科技有限公司); 氯化钠(分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司)。

TSQ Quantum Ultra 液相色谱-三重四极杆串联质谱仪(美国赛默飞世尔科技有限公司); DT5-2 离心机(北京时代北利离心机有限公司涡旋仪); UMV-2 多功能漩涡混合器(北京优晟联合科技有限公司); YP502N 电子天平(上海精密科学仪器有限公司)。

本实验中所用的黄瓜样品来自于河北等 12 个省份。

2.2 实验方法

2.2.1 样品提取与净化

称取 5.0 g 试样(精确至 0.01 g)于 50 mL 离心管中, 加入 5 mL 水、10 mL 乙腈溶液, 2500 r/min 剧烈振荡 1 min, 加入 4.0 g 无水硫酸镁、1.0 g 氯化钠摇匀再振荡 1 min, 3400 r/min 离心 5 min。

取上清 1 mL, 加入 150 mg 无水硫酸镁、25 mg PSA, 混匀, 振荡 1 min, 3400 r/min 离心 5 min。经 0.22 μm 微孔滤膜过滤后, 供液相色谱-质谱联用仪测定。

2.2.2 仪器条件

(1) 液相色谱条件: 色谱柱: Atlantis® T3(150 mm×2.1 mm, 3 μm); 柱温: 40 °C; 进样量: 5 μL; 流动相: A: 甲醇, B: 0.05 %甲酸水溶液; 梯度洗脱程序见表 1。

表 1 梯度洗脱程序
Table 1 Gradient elution procedure

时间/min	流速/(mL/min)	A/%	B/%
0.0	0.2	90	10
2.5	0.2	70	30
6	0.2	0	100
10	0.2	0	100
10.1	0.2	90	10
15	0.2	90	10

(2) 质谱条件

离子源: ESI+; 离子源温度: 350 °C; 毛细管温度: 350 °C;电喷雾电压: 3800 V; 雾化气体: 氮气; 雾化气体压力: 鞘气 35 Arb, 辅助气: 15 Arb; 碰撞气体: 氩气; 碰撞气压力: 1.5 mTorr; 采集模式: 多反应检测模式(multiple reaction monitoring, MRM)。

啉菌酯离子选择参数: 定量离子对, 404/372; 定性离子对, 404/344, 404/372; 源内碎裂电压: 72 V; 碰撞气能量: 23, 14 V。

3 结果与分析

3.1 提取净化方法的选择

采用传统方法丙酮提取, 气相色谱-氮磷检测器检测, 发现存在前处理消耗试剂过大, 过程繁琐, 近年来嘧菌酯在果蔬中农残前处理多采用 QuEChERS 方法。QuEChERS 方法提取多采用加醋酸缓冲体系或柠檬酸缓冲体系^[12], 由于嘧菌酯对 pH 不敏感, 故在此基础上优化为不加缓冲盐, 只添加氯化钠和无水硫酸镁的方法。由于黄瓜基质杂质较少, 本实验去掉了 C₁₈、GCB 填料^[13], 简化了净化过程, 从而减少了因为操作规程步骤增多对系统误差的影响。本试验开展了 QuEChERS 方法以及优化 QuEChERS 方法在 3 种添加浓度回收率的对比试验, 2 种方法均满足实验要求, 结果详见表 2、表 3。

表 2 QuEChERS 优化方法测定黄瓜中嘧菌酯的添加回收率 (n=5)
Table 2 Recoveries of azoxystrobin in cucumber with optimized QuEChERS method (n=5)

添加浓度 (mg/kg)	回收率/%						RSD/%
	1	2	3	4	5	平均值	
0.005	80	81	82	96	91	86	7.4
0.05	83	92	95	96	98	93	6.0
0.5	95	85	96	99	83	92	7.0

表 3 QuEChERS 方法测定黄瓜中嘧菌酯的添加回收率 (n=5)
Table 3 Recoveries of azoxystrobin in cucumber with QuEChERS method (n=5)

添加浓度 (mg/kg)	回收率/%						RSD/%
	1	2	3	4	5	平均值	
0.005	75	70	72	92	80	72	11
0.05	76	83	87	74	90	82	7.5
0.5	72	95	73	88	90	84	11

3.2 仪器设备以及检测条件的选择

嘧菌酯的检测方法涉及到设备主要有气相色谱-电子捕获检测器^[14]、气相色谱-氮磷检测器^[6-8]、气相色谱-串联质谱^[15]、液相色谱-紫外检测器^[16]、液相色谱-串联质谱^[11], 考虑到黄瓜是高含水作物, 提取多采用亲水性有机试剂, 如果用气相或者气质联用仪设备检测, 必然增加溶剂置换这一步骤, 并且气相色谱-电子捕获检测器存在选择性差, 背景杂质多, 氮磷检测器存在稳定性差以及气质联用设备基质效应明显等问题, 故考虑亲水性好的液相色谱以及液质联用设备, 但液相色谱-紫外检测器同样存在选择性差、背景杂质多、灵敏度低的缺点, 故最后选择高效液相色谱-串联质谱作为检测的设备, 省去了溶剂置换的步骤, 而且

灵敏度高、选择性好的优点, 同时考虑到基质效应, 舍去了等度洗脱方法, 采用了梯度洗脱模式的流动相, 消除了基质效应, 进一步提高了检测灵敏度。

3.3 定性离子和定量离子选择

在电喷雾正离子模式下, 根据嘧菌酯的分子量, 确定其母离子, 进行分子离子全扫描, 每种目标农药选择 2 个响应信号较稳定的子离子, 以选择离子监测(selected ion monitoring, SRM)扫描方式进行监测, 选择子离子响应信号最强时的碰撞能量作为质谱条件。每个母离子选择 2 个子离子进行定性, 1 个丰度较强的子离子进行定量, 最终嘧菌酯定量离子对选择为: 404/372, 定性离子对为: 404/344, 404/372。计算采用外标标准曲线法定量, 且保证待测化合物的浓度在其线性范围之内。

3.4 方法的线性关系、检出限和定量限

用乙腈做溶剂, 将嘧菌酯标准品配制成 100 μg/mL 标准溶液, 再配制 10 μg/mL 标样, 用乙腈依次稀释成 0.5、0.25、0.05、0.025、0.0025 μg/mL 系列混合标样, 在上述仪器条件下进样, 以进样浓度(μg/mL)对峰面积作图, 绘制嘧菌酯的标准工作曲线, 曲线方程为: $Y=2 \times 10^8 X-51888$, 相关系数(r^2)为: 0.9998(详见图 1)。

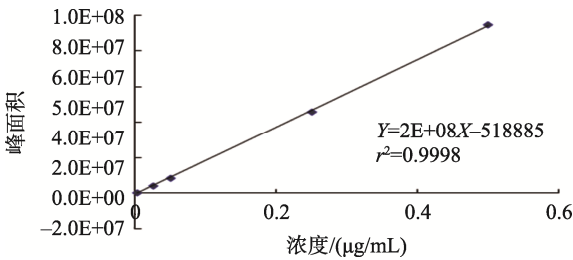


图 1 嘧菌酯标准曲线
Fig.1 Standard curve of azoxystrobin

按照 3 倍信噪比(S/N=3)计算, 嘧菌酯的仪器最小检出限(limit of detection, LOD)为 1.0×10^{-12} g, 根据添加回收率实验, 嘧菌酯在黄瓜中的定量限(limit of quantitation, LOQ)为 0.005 mg/kg。

3.5 方法的准确度和精密度

准确度以黄瓜空白样品中添加一定量嘧菌酯的回收率表示, 精密度用同批次样品添加回收率的相对标准偏差表示。设置 3 个添加浓度水平和 1 个空白, 每个浓度水平做 5 个平行样品。各称取 (5 ± 0.05) g 黄瓜样品, 添加适量的嘧菌酯标准溶液, 黄瓜空白样品不添加标液, 涡动混匀, 按优化 QuEChERS 后的方法处理, 液相色谱-串联质谱法检测, 回收率数据见表 2。本方法的平均回收率在 86%~93%, 相对标准偏(relative standard deviation, RSD)在

6.0%~7.4 %; 同时开展了 QuEChERS 方法处理, 液相色谱-串联质谱法检测, 该方法的平均回收率在 72%~84%, 相对标准偏差 RSD 在 7.5%~11%。回收率数据见表 3。两者对比反映出 2 个方法均能满足试验标准要求, 但由于优化后的方法去掉了 C₁₈、GCB 填料^[13], 简化了净化过程, 也减少了填料对嘧菌酯农药的吸附, 因此回收率、RSD 数据优于 QuEChERS 方法。

3.6 离子色谱图

在上述色谱条件下, 嘧菌酯的保留时间为 8.9 min, 黄瓜空白样品谱图详见图 2, 0.025 μg/mL 嘧菌酯标样谱图详见图 3, 黄瓜添加 0.05 mg/kg 样品谱图详见图 4。

3.7 实际样品测定

本方法用于“250 g/L 嘧菌酯悬浮剂在黄瓜上的登记残

留试验”中 2018 年黑龙江省肇东市、河北石家庄无极县、山东省青岛市、河南省永城市、浙江省杭州市、辽宁省辽阳、安徽省繁昌县、海南省澄迈县、宁夏贺兰县、贵州省贵阳市、云南曲靖市、湖南省长沙市 12 地黄瓜样品检测, 方法满足试验要求。

4 结 论

本文采用优化的 QuEChERS 前处理方法, 并优化色谱条件, 用高效液相色谱-串联质谱法测定黄瓜中的嘧菌酯残留量, 针对黄瓜自身基质特点, 精简了前处理步骤, 减少了系统误差, 提高了回收率, 准确度和精密度满足 NY/T 788-2018《农作物中农药残留试验准则》^[17]的要求, 为嘧菌酯在黄瓜残留分析提供了一个简洁、高效、准确的分析方法。

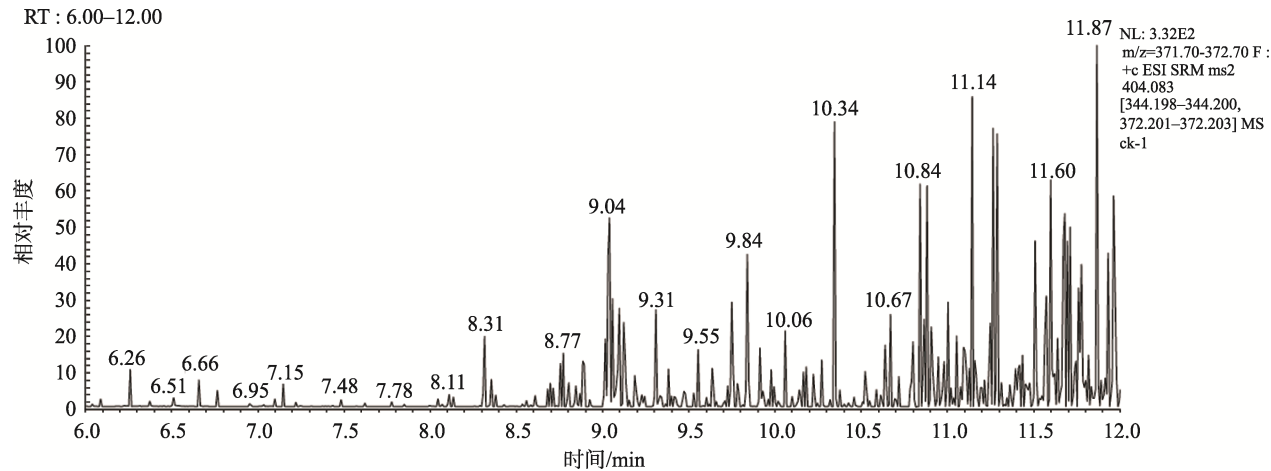


图 2 黄瓜空白样品色谱图
Fig.2 Chromatogram of cucumber blank

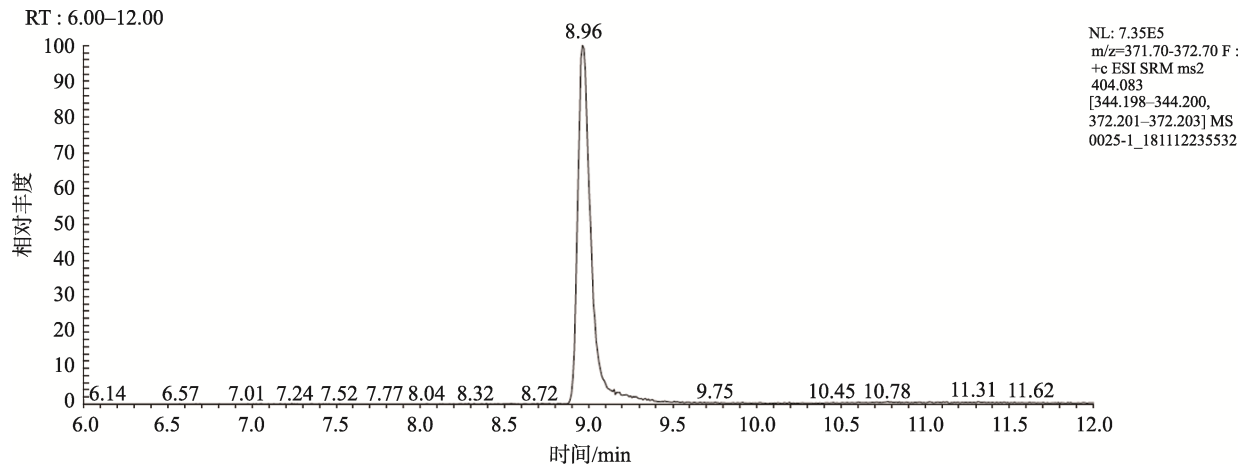


图 3 0.025 μg/mL 嘧菌酯标样
Fig.3 Chromatogram of 0.025 μg/mL azoxystrobin standard solution

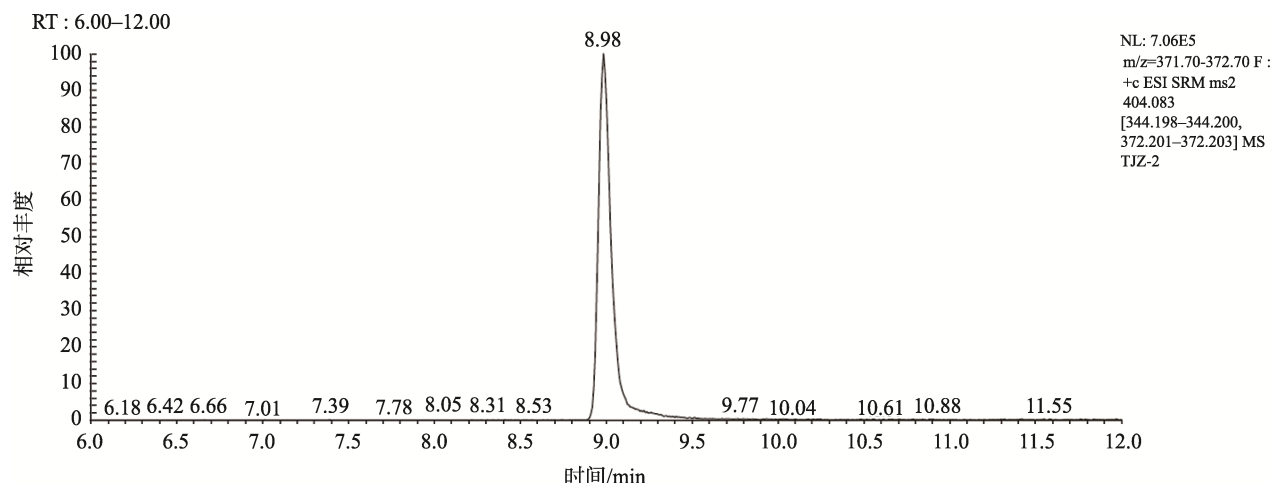


图 4 黄瓜添加 0.05 mg/kg 嘧菌酯样品

Fig.4 Chromatogram of cucumber spiked with azoxystrobin at 0.05 mg/kg standard solution

参考文献

- [1] 王丽, 石延霞, 李宝聚, 等. 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂研究进展[J]. 农药科学与管理, 2008, 30(9): 24-26.
Wang L, Shi YX, Li BJ, et al. The Progresses of research on stobilurin fungicides [J]. Pest Sci Admin, 2008, 30(9): 24-26.
- [2] 张舒亚. 嘧菌酯对植物病原真菌的生物活性及抗性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2002.
Zhang SY. Biological activities of azoxystrobin to plant pathogenic fungi and resistance [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2002.
- [3] 殷星. 嘧菌酯的环境行为及在水稻上的残留动态研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
Yin X. Study on the environmental behavior and residue dynamics of azoxystrobin [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2014.
- [4] 中国农药信息网. 农药登记数据[DB/OL]. <http://www.icama.org.cn/hysj/index.jhtml>
National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. National data [DB/OL]. <http://www.icama.org.cn/hysj/index.jhtml>
- [5] GB 2763-2016 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量[S].
GB 2763-2016 National food safety standard-Maximum residue limits for pesticides in food [S].
- [6] 石亚中, 段劲生, 孙明娜, 等. 嘧菌酯在黄瓜和土壤中的残留降解动态研究[J]. 应用化工, 2012, 41(11): 1901-1904.
Shi YZ, Duan JS, Sun MN, et al. Degradation of azoxystrobin residue in cucumber and soil [J]. Appl Chem Ind, 2012, 41(11): 1901-1904.
- [7] 丁蕊艳, 李慧冬, 杜红霞, 等. 气相色谱法测定嘧菌酯在黄瓜中的残留量[J]. 化学分析计量, 2006, (6): 76-77.
Ding YZ, Li HD, Du HX, et al. Determination of azoxystrobin residue in cucumber with gas chromatography [J]. Chem Anal Mete, 2006, (6): 76-77.
- [8] 尹丰平, 李雪生, 黄辉峰. 嘧菌酯在黄瓜和土壤中的残留消解动态及最终残留研究[J]. 农业环境科学学报, 2006, (9): 590-594.
Yin FP, Li XS, Huang HY. Residual dynamics and final residues of azoxystrobin in cucumber and soil [J]. J Agro-Environ Sci, 2006, (9): 590-594.
- [9] 陈海红, 陈宇鸿. 气相色谱仪检测器的清洗维护[J]. 实验室科学, 2014, (1): 171-173.
Chen HH, Chen YH. Cleaning gas chromatography maintenance [J]. Lab Sci, 2014, (1): 171-173
- [10] 刘臣辉, 殷丽荣, 刘文龙. 气相色谱氮磷检测器的使用与维护[J]. 中国环境监测, 2004, (2): 45-46.
Liu CH, Yin LR, Liu WL. Technicality in gas chromatograph-NPD maintenance and using [J]. Environ Monit Chin, 2004, (2): 45-46.
- [11] 洪文英, 吴燕君, 章虎. 嘧菌酯和吡唑醚菌酯在黄瓜中的残留降解行为及安全使用技术[J]. 浙江农业学报, 2012, 24(3): 469-475.
Hong WY, Wu YJ, Zhang H. Degradation behavior and safely applying technology of azoxystrobin and pyraclostrobin in cucumber [J]. Acta Agric Zhejiangensi, 2012, 24(3): 469-475.
- [12] 赵旭东, 钱训, 郑振山, 等. 液相色谱-串联质谱法测定豇豆及其栽培土壤中吡啶类菌胺及其代谢物和嘧菌酯[J]. 食品安全质量检测学报, 2018, 9(17): 4541.
Zhao XD, Qian X, Zheng ZS, et al. Determination of azoxystrobin and isopyrazam residues and its degradation products in cowpea and soil by high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry [J]. J Food Saf Qual, 2018, 9(17): 4541.
- [13] 杨欢, 孙伟华, 曹赵云, 等. 改良 QuEChERS 方法快速测定果蔬中 8 种新型琥珀酸脱氢酶抑制剂类杀菌剂[J]. 色谱, 2016, (11): 1072-1074.
Yang H, Sun WH, Cao ZY, et al. Determination of eight novel succinate dehydrogenase inhibitor fungicides in vegetables and fruits by modified QuEChERS [J]. Chin J Chromatogr, 2016, (11): 1072-1074.
- [14] 范丽丽, 王娟, 吴加伦. 气相色谱法测定铁皮石斛、浙贝母和人参中嘧菌酯残留[J]. 分析科学学报, 2017, 33(2): 222-226.
Fan LL, Wang J, Wu JL. Determination of azoxystrobin residues in dendrobium of ficinale, fritillariae thunbergii and panax ginseng by gas chromatography [J]. J Anal Sci, 2017, 33(2): 222-226.
- [15] 侯雪, 韩梅, 邱世婷, 等. 改进的 QuEChERS 气相色谱-串联质谱法测定草莓中 21 种杀菌剂残留[J]. 农药学报, 2017, 19(1): 46-52.

Hou X, Han M, Qiu ST, *et al*. Residues of 21 fungicides in *Fragaria ananassa* by modified QuEChERS and gas chromatography-tandem mass spectrometry [J]. *Chin J Pest Sci*, 2017, 19(1): 46–52.

[16] 石峰, 赵科华, 车军, 等. 高效液相色谱法分析砂糖桔中啉菌酯残留 [J]. *河北农业科学*, 2010, 14(2): 161–163.

Shi F, Zhao KH, Che J, *et al*. Determination of residues azoxystrobin in citrus Shatangju by HPLC [J]. *Hebei J Agric Sci*, 2010, 14(2): 161–163.

[17] NY/T 788-2018 农作物中农药残留试验准则[S].

NY/T 788-2018 Guideline for the testing of pesticides in crops [S].

(责任编辑: 武英华)

作者简介



陈勇达, 助理研究员, 主要研究方向为农药残留实验及农产品质量安全。

E-mail: yongdachen@126.com



张少军, 博士, 研究员, 主要研究方向为农药残留实验及农产品质量安全。

E-mail: zhangshj601@163.com

“功能性食品微生物”专题征稿函

随着经济的发展和人们生活水平的不断提高, 人们对食品的要求已从单纯的温饱转向了“功能、营养和健康”的新要求; 膳食结构和组成是影响健康和疾病发生的重要因素, 在人们多年以来追求中医、西医或中西医结合预防和治疗疾病模式外, 渐渐转“医补”为“食疗”, 期望利用食品的功能性达到促进健康和干预疾病的目的。因此, 以功能性食品微生物为核心的功能性食品如益生菌、乳酸菌、微生物源 PUFA、红曲等已逐渐深入人心, 这也推动了功能性食品微生物资源开发与应用的发展。在 21 世纪生物技术大发展的时代背景下, 利用食品微生物的特定功能性质, 开发系列健康的功能食品成为重要的发展趋势。目前, 以功能性微生物为核心的技术与产品已广泛用于食品、保健品、医药和饲料行业, 应用前景十分广阔。

功能性食品微生物是一类通过菌体细胞或代谢产物能够赋予食品具有特定功能性质、或者显著改进和优化食品制造工艺的微生物。鉴于此, 本刊特别策划了“功能性食品微生物”专题, 由江南大学食品学院的 **田丰伟 教授** 担任专题主编, 围绕 **(1) 功能性食品微生物的资源发掘、高效筛选、分离鉴定, (2) 功能性食品微生物的生物性质、功能机理与作用机制, (3) 基于功能性食品微生物的食品生物加工与制造的基础和应用研究, (4) 功能性食品微生物的评价与优化方面** 或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2019 年 **8 月份出版**。

鉴于您在该领域的成就, 本刊主编 **吴永宁 研究员** 及专题主编 **田丰伟 教授** 特邀请您为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 **2019 年 7 月 1 日** 前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

感谢您的参与与支持!

投稿方式: (请注明功能性食品微生物专题)

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: jfoodsq@126.com

《食品安全质量检测学报》编辑部