

液相色谱-串联质谱法测定肉及肉制品中 利谷隆及其代谢产物 3,4-二氯苯胺残留

郭德华, 伊雄海*, 曲 栗

(上海出入境检验检疫局, 上海 200135)

摘要: 建立了液相色谱-串联质谱分析多种肉及肉制品中利谷隆及其代谢产物 3,4-二氯苯胺残留的方法。样品用丙酮-乙腈(5:95, v/v) 提取, 冷冻去脂, 经弗罗里硅土固相萃取柱净化后进行液相色谱-串联质谱检测, 采用内标法定量。利谷隆及 3,4-二氯苯胺在 1~500 $\mu\text{g/L}$ 范围内呈良好的线性关系, 相关系数(r) 均大于 0.998, 方法的定量限(信噪比(S/N) > 10) 为 10 $\mu\text{g/kg}$, 检出限($S/N > 3$) 为 5 $\mu\text{g/kg}$ 。在各种肉及肉制品基质中添加低、中、高 3 种不同水平的利谷隆及 3,4-二氯苯胺, 其回收率范围分别为 88.3%~101.2% 和 91.6%~101.6%, 相对标准偏差(RSD) 分别为 4.8%~13.7% 和 4.7%~11.8%。结果表明所建立的方法可以满足肉及肉制品中利谷隆和 3,4-二氯苯胺残留量的检测需要。

关键词: 液相色谱-串联质谱; 利谷隆; 3,4-二氯苯胺; 肉; 肉制品

中图分类号: O658

文献标识码: A

文章编号: 1000-8713(2011) 10-0967-07

Determination of linuron and its metabolite 3,4-dichloroaniline residues in meat and meat products using liquid chromatography-tandem mass spectrometry

GUO Dehua, YI Xionghai*, QU Li

(Shanghai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Shanghai 200135, China)

Abstract: A method of liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) was developed for the determination of linuron and its metabolite 3,4-dichloroaniline residues in pork, liver, kidney, casings, canned steam pork and sausage. The sample was extracted with a mixture of acetone-acetonitrile (5:95, v/v). Most of the lipids in the extract were eliminated by freezing-lipid filtration. After Florisil solid phase extraction cleanup, the linuron and its metabolite residues were determined by LC-MS/MS, and quantified by internal standard method. In the range of 1–500 $\mu\text{g/L}$, both linuron and 3,4-dichloroaniline showed good linearity with the correlation coefficients (r) more than 0.998. The limit of quantification ($S/N > 10$) was 10 $\mu\text{g/kg}$, and the limit of detection ($S/N > 3$) was 5 $\mu\text{g/kg}$ for each analyte. The recoveries of linuron and 3,4-dichloroaniline in meat and meat products at three spiked levels were in the ranges of 88.3%–101.2% and 91.6%–101.6%, and the relative standard deviations were in the ranges of 4.8%–13.7% and 4.7%–11.8%, respectively. The results demonstrated that the proposed method can meet the requirements for the determination of linuron and 3,4-dichloroaniline in meat and meat products.

Key words: liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS); linuron; 3,4-dichloroaniline; meat; meat products

* 通讯联系人: 伊雄海, 博士, 工程师, 研究方向为食品安全. E-mail: yixh@sheiq.gov.cn.

基金项目: 上海技术标准专项基金项目(10DZ050410)、上海技术贸易措施应对专项基金项目(09TBT006) 和国家质量监督检验检疫总局项目(2011HK232)。

收稿日期: 2011-05-03

利谷隆(linuron, CAS: 330-55-2) 又称直西龙, 化学名称为 3-(3,4-二氯苯基)-1-甲基胍, 分子式为 $C_9H_{10}Cl_2N_2O_2$ 。利谷隆是一种取代脲类除草剂, 具有内吸传导和触杀作用, 可用于玉米、大豆、高粱、甘蔗、亚麻、多种蔬菜、果树和森林苗圃等作物以防治双子叶及多年生杂草^[1,2]。利谷隆代谢产物是 3,4-二氯苯胺(3,4-dichloroaniline, CAS: 95-76-1), 分子式为 $C_6H_5Cl_2N$ 。许多国家对利谷隆在肉及肉制品中的残留量进行了限定, 如美国环境保护署(EPA) 规定: 肾及肝脏中的限量均为 2.0 mg/kg; 除肾及肝脏外的牛肉、牛肉副产品、羊肉、羊肉副产品、马肉及马肉副产品等中的限量均为 0.1 mg/kg^[3]。日本的残留限量为: 鸡、火鸡、鸭及其他家禽的肝脏、肉、肾脏、脂肪、可食用下水中的限量为 0.05 mg/kg; 猪、牛、羊、马、鹿及其他陆生哺乳动物肉类中的限量为 0.5 mg/kg, 它们的肝脏、肾脏、脂肪、可食用下水中的限量是 1 mg/kg(<http://www.tbt-sps.gov.cn/foodsafety/xbz/Pages/pesticide.aspx>)。欧盟则一律使用 10 μ g/kg 的限量标准(<http://www.mrl-database.com/default.cfm?selectvetdrug=0>)。

目前, 利谷隆的测定方法多为直接测定利谷隆母体含量, 忽视了其代谢产物 3,4-二氯苯胺的检测^[4-6], 而仅以利谷隆母体含量作为残留总量不全面、不科学; 还有一些方法多是检测水体、奶类、蜂蜜等基质中的利谷隆残留量^[7-9], 未涉及动物源性食品中利谷隆残留的检测。我国国家进出口商品检验局在 1997 年发布了“出口肉及肉制品中利谷隆残留量检验方法”行业标准^[10], 但该标准只涉及猪肉单一基质, 方法的适用性较小且前处理技术为液-液萃取, 不能满足大量样品快速检测的需要。

本研究通过优化固相萃取条件以及液相色谱-串联质谱(LC-MS/MS) 技术, 建立了肉及肉制品(包括猪肉、猪肾、猪肝、猪肠衣、午餐肉、香肠) 中利谷隆及其代谢产物 3,4-二氯苯胺残留量同时测定的方法。本方法前处理步骤简便, 灵敏度高, 回收率稳定, 适用范围广, 为肉及肉制品中利谷隆及其代谢物的残留检测提供了技术支持。

1 实验部分

1.1 仪器和试剂

API 4000 型液相色谱-串联质谱仪, 配有电喷雾离子源(ESI) (美国 AB 公司); 旋涡混匀器(美国 Vision Scientific 公司); 固相萃取装置(美国 Supelco

公司); 氮吹仪(美国 Organomation 公司); 冷冻离心机(美国 Beckman 公司)。

乙腈、丙酮、正己烷、乙醚均为色谱纯; 甲酸为优级纯; 乙酸铵(购自 SIGMA 公司); 无水硫酸钠(购自国药集团); 弗罗里硅土固相萃取小柱(购自美国 Supelco 公司); 0.45 μ m 有机滤膜; 实验用水为超纯水(由美国 Milli-Q 水处理机制备)。利谷隆、D6-利谷隆同位素内标、3,4-二氯苯胺和 D2-3,4-二氯苯胺同位素内标(纯度均大于 99%, 购自德国 Dr. Ehrenstrofer 公司)。

准确称取适量的利谷隆、D6-利谷隆、3,4-二氯苯胺和 D2-3,4-二氯苯胺标准物质, 用乙腈配制成质量浓度为 1 mg/L 的标准储备溶液。将该溶液在 -18 $^{\circ}$ C 冰箱中保存。

1.2 样品前处理

1.2.1 提取

称取均质试样 2 g(精确至 0.01 g), 置于 50 mL 塑料离心管中, 加入 100 ng D6-利谷隆和 D2-3,4-二氯苯胺内标物质, 再加入 2 g 无水硫酸钠, 研磨均匀, 加入 15 mL 丙酮-乙腈(5:95, v/v), 匀质 2 min, 以 3 000 r/min 离心 3 min, 转移上层有机相, 收集于另一 50 mL 塑料离心管中; 残渣再用 10 mL 丙酮-乙腈(5:95, v/v) 按上述步骤提取一次; 合并提取液, 待净化。

1.2.2 净化

将提取液于 -18 $^{\circ}$ C 冰箱中静置 1 h, 迅速过滤于具刻度玻璃试管中, 用丙酮定容至 25 mL。取 5 mL 上述溶液于 15 mL 玻璃试管中, 室温下氮吹至近干, 加入 2 mL 正己烷振荡溶解, 转移至弗罗里硅土柱中; 用 2 mL 乙醚-正己烷(1:9, v/v) 洗涤上述 15 mL 玻璃试管, 洗涤液合并加入柱内。用 4 mL 乙醚-正己烷(1:9, v/v) 淋洗小柱, 弃去淋出液, 抽干小柱; 用 8 mL 丙酮-正己烷(1:9, v/v) 分 3 次洗脱固相萃取柱上的待分析组分, 流速约 30 滴/min, 收集洗脱液, 在 40 $^{\circ}$ C 条件下氮吹至近干; 加入 1.0 mL 乙腈-水(1:1, v/v) 振荡溶解残渣, 用 0.45 μ m 有机滤膜过滤, 滤液供 LC-MS/MS 测定。

1.3 实验条件

1.3.1 色谱条件

色谱柱: Agilent XDB-C₁₈ 色谱柱(50 mm $\times$ 4.6 mm, 1.8 μ m)。流动相 A: 含 0.1% (v/v) 甲酸的 5 mmol/L 乙酸铵溶液; 流动相 B: 乙腈。梯度洗脱程序: 0~2 min, 2% B; 2~5.5 min, 2% B~99% B; 5.5~11.1 min, 99% B; 11.2~18 min, 2% B。流速: 0.3 mL/min。进样量: 20 μ L。柱温: 室温。

1.3.2 质谱条件

ESI 正离子模式(ESI⁺)扫描,检测方式为多反应监测(MRM)模式。电喷雾电压(IS)为 5 500 V,碰撞气压力(CAD)为中等(medium),雾化气(GS1)

压力为 517 kPa,气帘气压力(CUR)为 172 kPa,辅助气(GS2)压力为 414 kPa;离子源温度(TEM)为 550 ℃,其他质谱条件如表 1 所示。

表 1 利谷隆和 3,4-二氯苯胺及其同位素内标的部分质谱参数
Table 1 MS parameters of linuron, 3,4-dichloroaniline and their isotope internal standards

Compound	Precursor ion (m/z)	Product ion (m/z)	Collision energy/V	Declustering potential/V	Collision cell entrance potential/V	Collision cell exit potential/V
Linuron	249.1	160.1*	24.5	60.0	9.0	13.0
		182.0	22.0	60.0	9.0	11.0
Linuron-D6	255.1	160.1*	23.0	64.0	12.0	9.0
		127.1*	28.0	67.0	8.0	25.0
3,4-Dichloroaniline	162.0	109.1	44.0	67.0	8.0	21.0
		129.1*	28.5	60.0	6.0	25.0

* Quantitative ion.

2 结果与讨论

2.1 样品前处理方法的优化

2.1.1 提取溶剂的选择

利谷隆和 3,4-二氯苯胺易溶解于各种极性有机溶剂。本文研究比较了 15 mL 的乙酸乙酯、丙酮和乙腈作为提取溶剂时的提取效率。结果发现乙酸乙酯的提取效率较差,而且提取液中油脂含量较大,使后续净化和仪器检测的压力增加;而丙酮和乙腈的提取效率较高,回收率均在 90% 以上,丙酮更能达到 95%。结合液相色谱检测需要,本文选择乙腈-丙酮(95:5, v/v)作为提取溶剂,以减少样品中脂溶性共提物,同时可保证回收率达到规定要求。

2.1.2 净化柱的选择和淋洗曲线

本文采用固相萃取法净化。考察了弗罗里硅土小柱对利谷隆和 3,4-二氯苯胺的净化效果,并进行了淋洗曲线的测试。分别将一定质量浓度的利谷隆和 3,4-二氯苯胺标准溶液加入提取后的空白猪肉样品中,按照 1.2.2 节方法净化,通过弗罗里硅土小柱除去一部分油脂,目标组分由丙酮-正己烷(1:9, v/v)洗脱。由淋洗曲线(见图 1)可以看出,目标物在洗脱液用量为 8 mL 时已基本被洗脱完全。综合考虑前处理时间及成本等因素,选择洗脱液体积为 8 mL,可在最大程度地除去基质干扰的同时保证目标组分的回收率,符合农药残留检测的要求。试验表明该净化方法可应用于猪肉、猪肾、猪肝、猪肠衣、午餐肉、香肠中目标物质与杂质的分离和净化。

2.2 LC-MS/MS 条件的优化

2.2.1 LC 条件的选择

以 Agilent XDB-C₁₈ 色谱柱(50 mm × 4.6 mm,

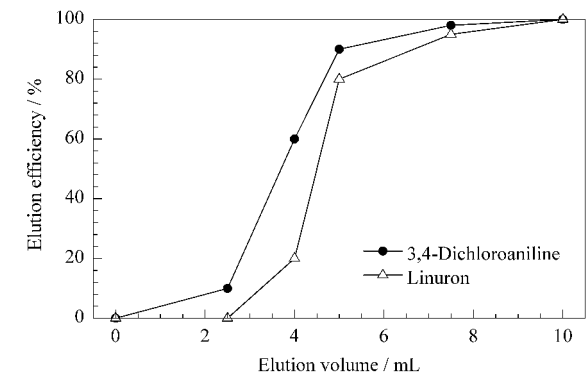


图 1 利谷隆和 3,4-二氯苯胺标准物在弗罗里硅土小柱上的洗脱曲线

Fig. 1 Elution curves of linuron and 3,4-dichloroaniline standards on a florisisil column

1.8 μm) 为分离柱,对流速、流动相比和洗脱梯度进行优化。发现电喷雾离子源的最佳流速范围为 0.2 ~ 0.5 mL/min,本研究采用 0.3 mL/min 的流速,既可保持较低的柱压,又有利于色谱柱的长期使用。质谱采用正离子模式进行检测时,通常使用含酸的流动相以使分析物容易被质子化带上正电荷,提高检测的灵敏度。试验发现当含 0.1% (v/v) 甲酸的 5 mmol/L 乙酸铵溶液作为流动相时,目标物与杂质得到良好的分离,并有较强的质谱响应,故选择含 0.1% (v/v) 甲酸的 5 mmol/L 乙酸铵溶液为流动相。采用 1.3.1 节所述的梯度洗脱程序,目标物可得到较好的峰形和分离效果(见图 2)。从图 2 可以看出,利谷隆和 3,4-二氯苯胺的保留时间分别约为 8.5 min 和 8.0 min,基体中杂质对目标物的分析基本无干扰。

2.2.2 质谱条件的选择

分别以流动注射的方式在正离子模式下对对待

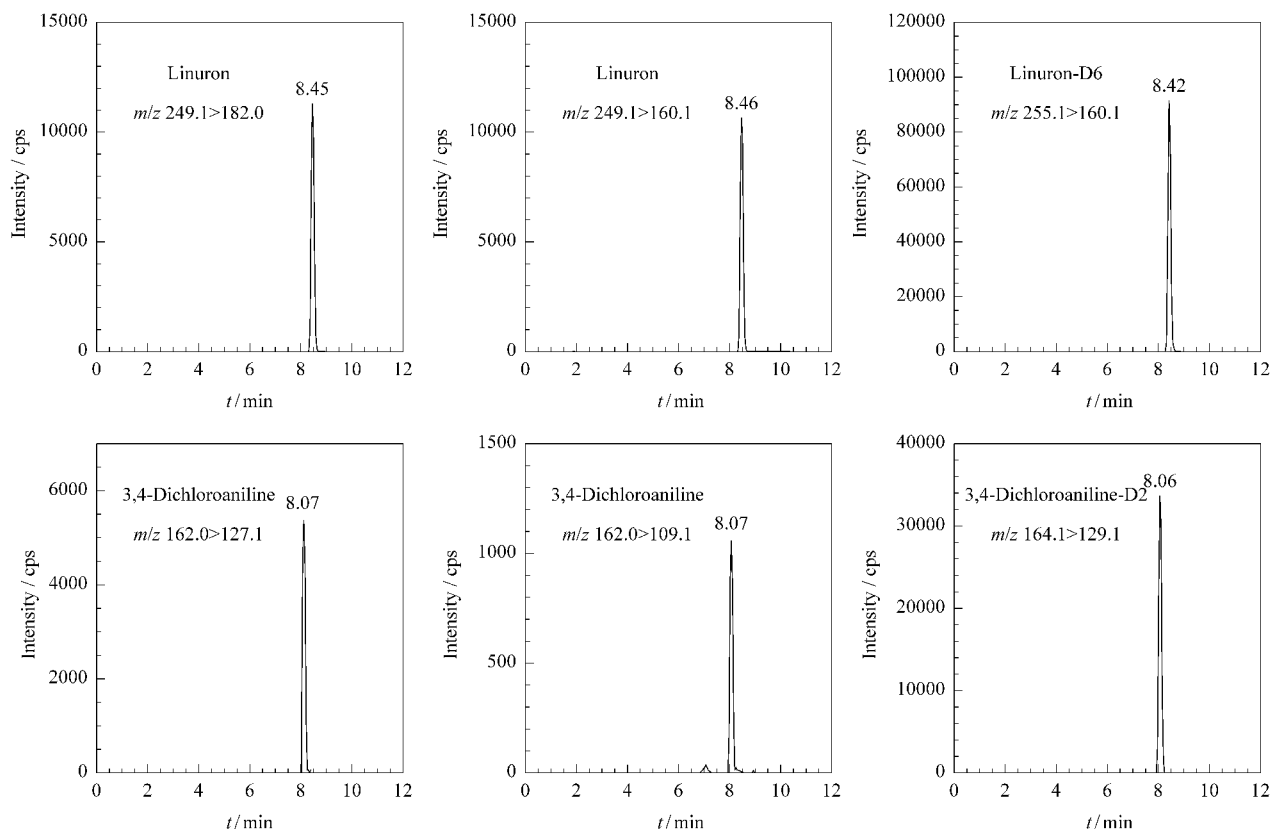


图 2 利谷隆和 3,4-二氯苯胺(均为 4 $\mu\text{g/L}$)及 D6-利谷隆和 D2-3,4-二氯苯胺(均为 20 $\mu\text{g/L}$)的 MRM 色谱图

Fig. 2 MRM chromatograms of linuron (4 $\mu\text{g/L}$), 3,4-dichloroaniline (4 $\mu\text{g/L}$), linuron-D6 (20 $\mu\text{g/L}$) and 3,4-dichloroaniline-D2 (20 $\mu\text{g/L}$)

测物及其同位素内标物进行母离子全扫描,确定各个化合物的准分子离子 $[M+H]^+$ 峰。调节质谱参数,以 $[M+H]^+$ 峰的丰度最大时的质谱条件为最佳质谱条件(见表 1)。对 $[M+H]^+$ 进行二级质谱扫描,选择丰度较高且质量数较大的碎片作为特征离子。利谷隆、3,4-二氯苯胺、D6-利谷隆和 D2-3,4-二氯苯胺同位素内标所产生的主要子离子及其可能的裂解路径如图 3 所示。

2.2.3 样品基质效应的消除

由于 ESI 容易受样品基质的影响,当使用纯溶剂配制的标准曲线进行校准时,基质效应常常会引起分析结果的偏差和对样品制备过程回收率的错误估算。试验发现,样品基质对离子化有一定的抑制作用,采用基质匹配标准溶液校准能有效地消除样品基质效应,即以空白样品的提取液作为标准溶液的稀释溶剂,可使标准溶液和样品溶液具有同样的离子化条件,以补偿标准溶液和样品溶液中待测物响应的差异,从而消除样品基质效应,提高方法的准确度。

2.3 线性范围与检出限

在本方法所确定的实验条件下,对质量浓度为

1 ~ 500 $\mu\text{g/L}$ 的利谷隆和 3,4-二氯苯胺标准溶液进行 LC-MS/MS 测定。以 X 为分析物质量浓度, Y 为分析物与内标物峰面积的比值,由内标法计算得到利谷隆和 3,4-二氯苯胺的标准曲线方程分别为 $Y = 0.03092X + 0.01330$ ($r = 0.998$) 和 $Y = 0.0333X + 0.00129$ ($r = 0.999$),表明在 1 ~ 500 $\mu\text{g/L}$ 范围内,利谷隆和 3,4-二氯苯胺均呈现出良好的线性关系。以特征离子色谱峰信噪比 (S/N) > 10 为方法的定量限, $S/N > 3$ 为方法的检出限,各种肉及肉制品中利谷隆和 3,4-二氯苯胺的定量限均为 10 $\mu\text{g/kg}$,检出限均为 5 $\mu\text{g/kg}$ 。

2.4 回收率与精密度

以不含利谷隆和 3,4-二氯苯胺残留的猪肉、猪肾、猪肝、猪肠衣、午餐肉、香肠为空白样品基质,分别添加低、中、高 3 个浓度水平的标准品,每个水平进行 10 次重复试验,结果见表 2。其中空白猪肉和其加标 (10 $\mu\text{g/kg}$) 样品的多反应监测色谱图见图 4。结果表明,利谷隆和 3,4-二氯苯胺的平均回收率范围分别为 88.3% ~ 101.2% 和 91.6% ~ 101.6%,相对标准偏差 (RSD) 分别为 4.8% ~ 13.7% 和 4.7% ~ 11.8%,符合残留检测的要求。

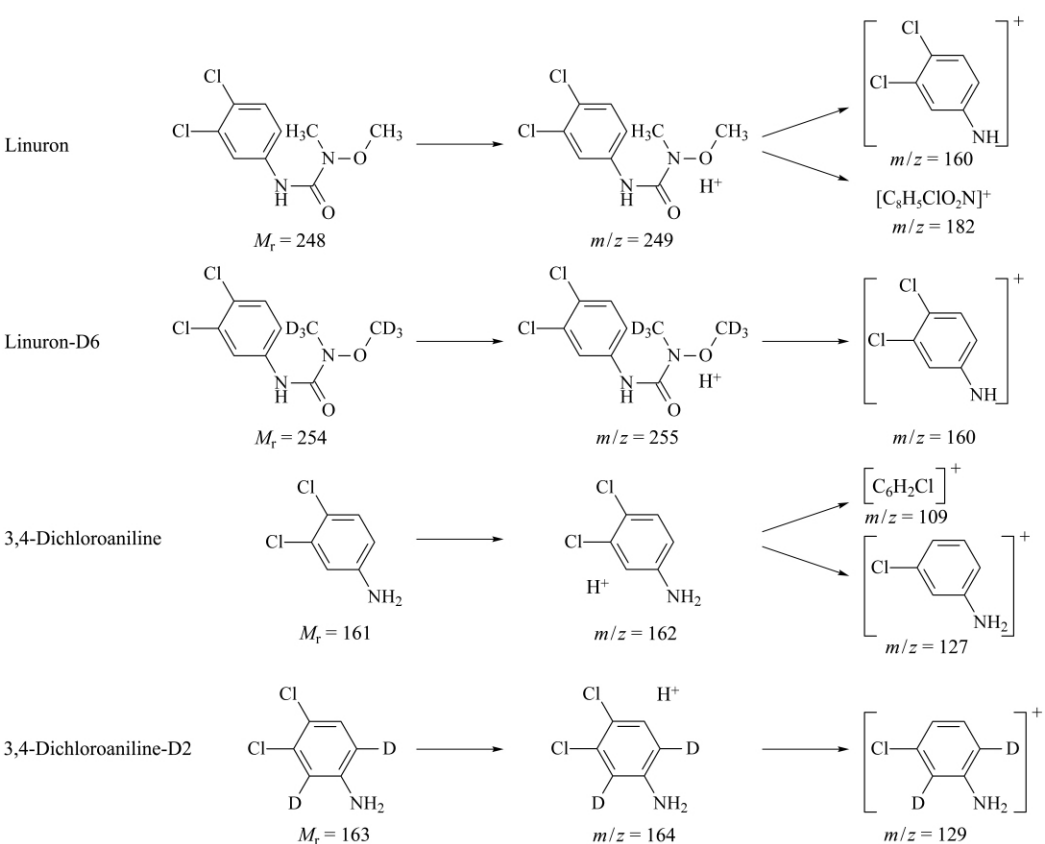


图 3 利谷隆、D6-利谷隆和 3,4-二氯苯胺、D2-3,4-二氯苯胺同位素的裂解路径图
Fig. 3 Breakdown paths of linuron and linuron-D6, 3,4-dichloroaniline and 3,4-dichloroaniline-D2

表 2 肉及肉制品中利谷隆和 3,4-二氯苯胺的添加回收率及相对标准偏差 (n = 10)
Table 2 Recoveries and relative standard deviations (RSDs) of linuron and 3,4-dichloroaniline spiked in meat and meat products (n = 10)

Matrix	Compound	Spiked/ (μg/kg)	Recovery range/%	RSD/ %	Matrix	Compound	Spiked/ (μg/kg)	Recovery range/%	RSD/ %
Pork	linuron	10.0	77.0 – 102.0	8.5	Liver	linuron	10.0	85.0 – 103.0	13.7
		50.0	86.4 – 102.0	7.5			100.0	88.3 – 110.3	10.8
		500.0	86.9 – 111.2	7.6			1000.0	84.4 – 101.2	5.4
	3,4-dichloroaniline	10.0	84.0 – 106.0	8.7		3,4-dichloroaniline	10.0	71.0 – 107.0	11.3
		50.0	86.7 – 109.6	8.6			100.0	79.2 – 105.6	6.4
		500.0	81.5 – 110.2	10.2			1000.0	87.1 – 111.4	6.7
Kidney	linuron	10.0	76.0 – 114.0	5.9	Casings	linuron	10.0	88.0 – 105.0	5.5
		100.0	76.2 – 108.7	7.5			50.0	86.3 – 109.8	9.5
		1000.0	92.3 – 108.8	6.8			500.0	82.6 – 109.7	11.0
	3,4-dichloroaniline	10.0	80.0 – 111.0	11.4		3,4-dichloroaniline	10.0	78.8 – 106.0	10.3
		100.0	82.6 – 101.5	9.2			50.0	88.9 – 106.8	6.8
		1000.0	90.8 – 110.8	8.3			500.0	83.0 – 112.2	9.8
Canned steamed pork	linuron	10.0	84.6 – 104.0	6.1	Sausage	linuron	10.0	87.0 – 99.5	4.8
		50.0	86.1 – 113.8	9.2			50.0	86.2 – 109.3	7.6
		500.0	88.3 – 105.0	5.8			500.0	88.0 – 114.3	9.0
	3,4-dichloroaniline	10.0	78.0 – 112.0	11.8		3,4-dichloroaniline	10.0	84.6 – 107.0	8.1
		50.0	86.2 – 105.3	6.5			50.0	85.6 – 112.2	9.1
		500.0	88.8 – 111.4	7.9			500.0	90.7 – 105.0	4.7

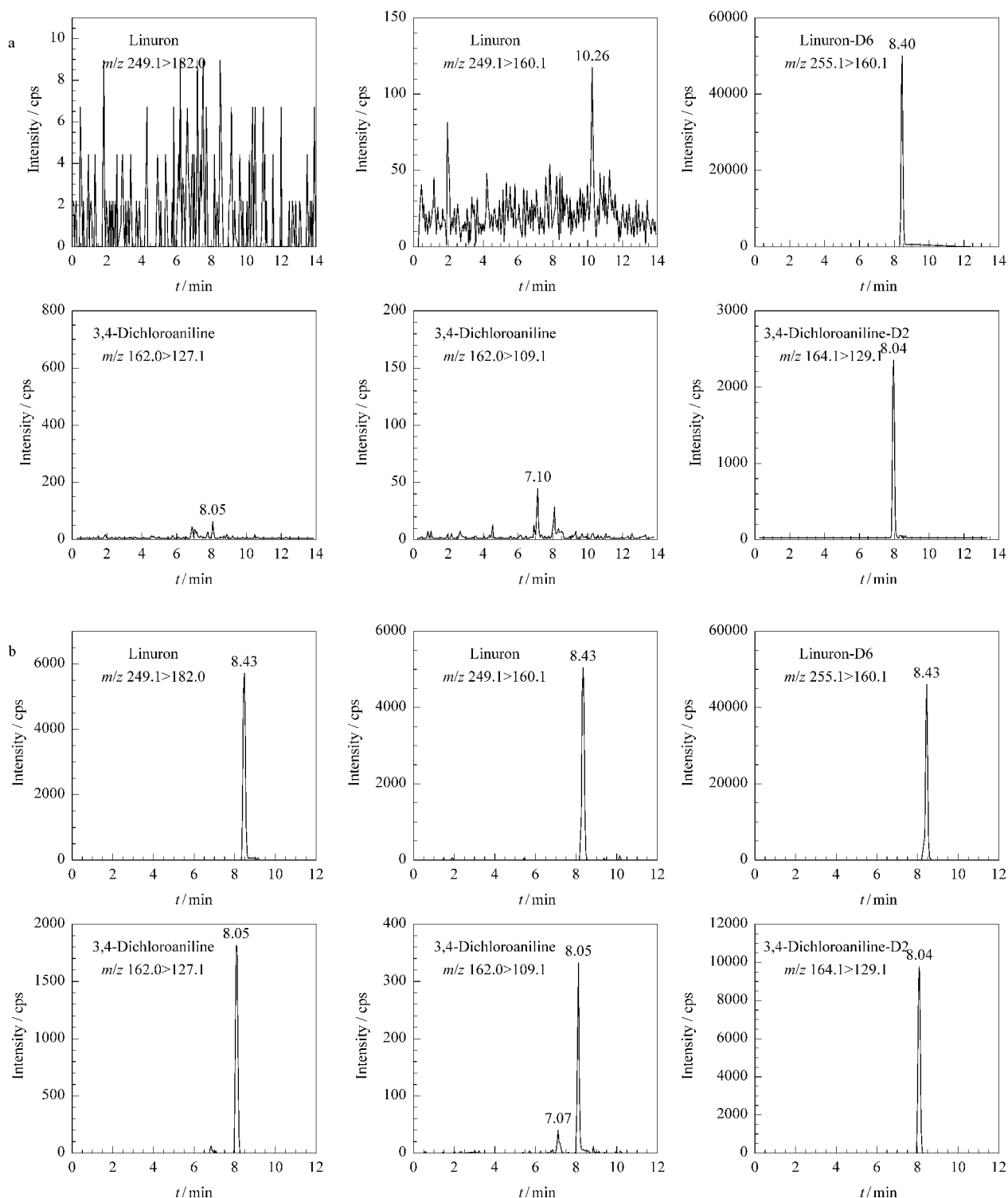


图 4 (a) 添加内标的空白猪肉样品和 (b) 添加 10 $\mu\text{g/kg}$ 利谷隆、3,4-二氯苯胺及内标的猪肉样品多反应监测色谱图
Fig. 4 MRM chromatograms of (a) a blank pork sample spiked with internal standards and (b) a pork sample spiked with internal standards, 10 $\mu\text{g/kg}$ of linuron and 3,4-dichloroaniline

3 结论

建立了液相色谱-串联质谱同时测定肉及肉制品中利谷隆及其代谢产物残留量的方法。该方法具有样品前处理步骤简便,灵敏度较高,回收率稳定的

特点,且弥补了传统方法只测定利谷隆母体的含量而忽视了其代谢产物的不足,对多种基质中利谷隆及其代谢产物的残留量进行了检测,方法适用性更强。本方法可应用于肉及肉制品中利谷隆的测定及评估。

参考文献:

- [1] Muñoz de la Peña A, Mahedero M C, Bautista-Sánchez A. J Chromatogr A, 2002, 950: 287
- [2] Hulsen K, Minne V, Lootens P, et al. Environ Microbiol, 2002, 4(6): 327
- [3] US Environmental Protection Agency. Federal Register Environmental Documents: Chlorpropham, Linuron, Pebulate, Asulam, and Thiophanate-methyl; Tolerance Actions. (2007-07-11). <http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-PEST/2007/July/Day-11/p13420.htm>
- [4] Planas C, Puig A, Rivera J, et al. J Chromatogr A, 2006, 1131: 242
- [5] Berrada H, Font G, Moltó J C. J Chromatogr A, 2004, 1042: 9
- [6] Bogialli S, Curini R, Corcia A D, et al. J Chromatogr A, 2006, 1102: 1
- [7] Rodrigues A M, Ferreira V, Cardoso V V, et al. J Chromatogr A, 2007, 1150: 267
- [8] Dagnac T, Garcia-Chao M, Pulleiro P, et al. J Chromatogr A, 2009, 1216: 3702
- [9] Pirard C, Widart J, Nguyen B K, et al. J Chromatogr A, 2007, 1152: 116
- [10] SN 0639-4997

资讯

“追求无限 创造卓越”——安捷伦科技参加 HPLC 2011 & 18th NSEC

在 2011 年 10 月 8 日至 11 日召开的第 2 届大连国际色谱学术报告会及仪器展览会(包括第 37 届国际高效液相色谱及相关技术会议(HPLC 2011 Dalian)暨第 18 届全国色谱学术报告会(18th NSEC))上,安捷伦公司作为大会特别铂金赞助公司和独家冠名“优秀青年科学家奖”的公司,不仅以“追求无限创造卓越(Infininitely Better Technology)”为主题设置展台,而且积极组织各项交流活动,充分展示其近年来推出的世界领先的测量产品和技术。其中液相色谱系统 1200 Infinity 系列的强大阵容更是吸引了与会者的眼球。

性能更上一层楼的全新一代液相色谱系统——1200 Infinity 系列,包括经济超值的 Agilent 1220 Infinity LC、行业 UHPLC/HPLC 新标准的 Agilent 1260 Infinity LC 以及业界 UHPLC 功能最强大的增强型 Agilent 1290 Infinity LC,为推动液相色谱技术的发展又翻开了历史新的一页。

Agilent 1220 Infinity LC 作为一款一体式的液相色谱系统,在体现它物超所值的经济领先优势之外,仍具有耐压 600 bar, 80 Hz 检测器采集速率的 UHPLC 分析能力,改善分析质量与分析效率,并具有 100% HPLC 方法的兼容性。它具备了不少 1260 与 1290 Infinity 的内在品质,集先进的技术和可靠的质量于一身,同时具有灵活的仪器配置,适于常规实验室液相色谱分析应用。

Agilent 1260 Infinity LC 是基于全球应用最广泛的 1200/1100 系统,在保持经典系统优点的同时,进一步提升了液相色谱分析的标准。它具有耐压 600 bar,检测器采集速率 80 Hz 等 UHPLC 分析能力,改善分析质量与分析效率,同时具有 100% 方法转换能力与 HPLC 方法的兼容性。为模块式设计,组合灵活,是一款涵盖应用最广泛的液相色谱应用平台,包括低流量的纳流与毛细液流系统,常规分析系统,生物惰性系统,超临界系统,制备色谱系统,以及高通量自动方法开发与多应用自动分析系统等。其新型高灵敏度的二极管阵列检测器,大幅改善灵敏度可达 10 倍。所有 1260 Infinity LC 系统的定价与以往的 1200 系列高效液相色谱系统相近,是 UHPLC 进入每个实验室的主力军。

Agilent 1290 Infinity LC 自推出以来,就以杰出的性能引领 UHPLC 技术的发展,其系统耐压 1200 bar,检测器采集速率 160 Hz; 智能化设计色谱泵,实现高精度输液;无论是连接紫外还是质谱检测器都具有超高灵敏度;它具备超低交叉污染,超低延迟体积以适用快速梯度。其次,它还具备非凡的灵活性,灵活兼容所有分析型液相色谱柱,进行超快或超高分离度分析;可配置不同自动化方案,实现超高通量分析;创新智能化模拟(ISET)技术,可智能化模拟任何液相色谱系统的色谱行为。另外,它是唯一以 HPLC 的售后服务成本提供最高的 UHPLC 效率的液相色谱系统,也是第一个能够实现 UHPLC 和 HPLC 系统之间实现方法转换的平台。

安捷伦科技期待科技工作者分享安捷伦分离技术更多亮点(详见 www.agilent.com.cn)。

(罗翠钦 供稿)