

分析黑胡椒中的 510 种农药

使用 Captiva EMR 连续直通式净化和 LC/MS/MS

作者

Aimei Zou, Limian Zhao,
Auni Wong, Ruben Garnica 和
Chee Sian Gan
安捷伦科技有限公司

摘要

本应用简报介绍了一种先进的样品前处理方法，该方法经过优化，可通过 LC/MS/MS 对黑胡椒中的 510 种农药进行可靠定量。使用先前开发的动态多反应监测 (dMRM) 方法，在 Agilent 1290 Infinity II LC 系统与 Agilent 6470B 三重四极杆 LC/MS 的联用系统上对工作流程进行了演示。

黑胡椒样品前处理方法使用 Agilent Bond Elut QuEChERS EN 萃取试剂盒，随后使用 Agilent Captiva 增强型基质去除 — 普通色素干性基质 (EMR-GPD) 和 Captiva 增强型基质去除 — 普通色素新鲜基质 (EMR-GPF) 小柱进行连续直通式净化。根据 SANTE/11312/2021，基于方法灵敏度、校准曲线线性、加标 QC 回收率和精密度，使用 0.25–100 µg/L 范围内的基质匹配校准标样对工作流程性能进行了评估和验证。从 510 个目标物 MS 响应的离子抑制和增强方面评估了基质效应 (ME)。85% 以上的分析物在检测限 (LOD) 至 50 µg/L 或 100 µg/L 的校准范围内表现出线性， $R^2 \geq 0.99$ 。同时 75% 的目标物的回收率在 40%–120% 范围内， $RSD \leq 20\%$ 。新开发的样品前处理方法显著降低了基质效应，提高了萃取效率，简化了整个工作流程。

前言

越南、印度尼西亚、印度、马来西亚、斯里兰卡和巴西是黑胡椒的主要生产国和出口国。为提高黑胡椒的产量和品质，在黑胡椒种植、贮藏、生产过程中广泛使用农药防治病虫害。但这些广泛使用的农药引发了人们对食品安全和环境影响的担忧。因此，世界各地的监管机构，如欧盟 (EU) 和国际食品法典委员会 (CAC)，已经规定了黑胡椒中农药的最大残留限量 (MRL)。

众所周知，黑胡椒是一种分析难度较大的基质，SANTE 指南中将其视为一种高难度或特殊的食品^[1]。采用传统的样品前处理方法很难去除黑胡椒样品的基质干扰物。目前的样品前处理方法或是需要高倍稀释以降低基质效应，或是需要使用大量的样品净化以获得更洁净的提取物。这些传统方法通常以降低检测灵敏度为代价来实现期望的结果。

本研究中开发了一种改进的样品前处理方法，首先使用 QuEChERS EN 萃取，然后使用 Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 进行直通式净化。Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 小柱都是 Captiva EMR 的扩展产品，采用了优化的混合吸附剂，包括新开发的 Agilent Carbon S 吸附剂。Carbon S 吸附剂是一种先进的混合碳材料，对碳含量和孔结构进行了优化。它可以对植

物源性样品基质（包括新鲜基质和干性基质）进行高效、选择性的基质直通式净化。Captiva EMR-GPD 专为含普通色素的干性基质设计，而 Captiva EMR-GPF 专为含普通色素的新鲜基质设计。在传统的 QuEChERS 萃取后，依次使用两种 Captiva EMR 小柱净化黑胡椒基质。使用两种类型的 Captiva EMR 小柱以提高复杂黑胡椒基质的基质净化。

关于取样品前处理流程、LC/MS/MS 检测方法、目标物采集和数据分析步骤^[2]的具体信息，请查阅安捷伦食品中农残分析数据库。

实验部分

试剂与化学品

使用安捷伦 LC/MS 级乙腈 (ACN) (部件号 5191-4496) 和甲醇 (MeOH) (部件号 5191-4497) 以及 Milli-Q 超纯水。LC/MS 级甲酸、乙酸和甲酸铵均购自 Sigma-Aldrich。

标样和溶液

本研究使用的十种定制预混合农药标准品来自于安捷伦，标准品详细信息见表 1^[3]。

用 ACN 和储备标准溶液制备由 510 种浓度为 1000 µg/L 的目标化合物组成的中间混标，并用于后续实验。

使用乙腈配制纯标样溶液，通过与相应的基质匹配校准标样的响应进行比较，以评估基质效应^[1]。用乙腈适当稀释 1000 µg/L 中间标准溶液，得到 0.25、0.5、1、2、5、10、25、50 和 100 µg/L 共 9 个校准浓度水平的溶液。

注：校准标样溶液必须新鲜配制，如果不立即使用，应储存在 4 °C 的冰箱中。

样品前处理

干燥黑胡椒粉购自当地食品市场，进行实验之前未做进一步处理。

表 1. 安捷伦预混合农药标准品

部件号	部件描述	分析物浓度	基质	样品瓶数量	总分析物
5190-0551	LC/MS 农药全套测试混标	100 µg/mL	乙腈	8	254
CUS-00000635	定制农药测试混标 1	100 µg/mL	乙腈	1	27
CUS-00000636	定制农药测试混标 2	100 µg/mL	乙腈	1	26
CUS-00000637	定制农药测试混标 3	100 µg/mL	乙腈	1	27
CUS-00000638	定制农药测试混标 4	100 µg/mL	乙腈	1	28
CUS-00000639	定制农药测试混标 5	100 µg/mL	乙腈	1	25
CUS-00000641	定制农药测试混标 6	100 µg/mL	乙腈	1	26
CUS-00000640	定制农药测试混标 7	100 µg/mL	乙腈	1	28
CUS-00000642	定制农药测试混标 8	100 µg/mL	乙腈	1	29
CUS-00000643	定制农药测试混标 9	100 µg/mL	乙腈	1	30
CUS-00004663	定制农药测试混标 10	100 µg/mL	乙腈	1	25

以下产品和设备用于样品前处理：

- Agilent Bond Elut QuEChERS EN 萃取试剂盒 (部件号 5982-5650CH)
- Agilent Captiva 增强型基质去除 — 普通色素干性基质 (EMR-GPD) 小柱 (部件号 5610-2091)
- Agilent Captiva 增强型基质去除 — 普通色素新鲜基质 (EMR-GPF) 小柱 (部件号 5610-2090)
- Geno/Grinder (SPEX, Metuchen, NJ, USA)
- 5804 R 离心机 (Eppendorf, Hamburg, Germany)
- 涡旋仪和多管涡旋仪 (VWR, Plainfield, NJ, USA)
- 安捷伦正压 48 孔处理装置 (PPM-48) (部件号 5191-4101)

称取 0.5 ± 0.01 g 黑胡椒粉，置于 50 mL 离心管中。将适量的中间农药标准溶液 ($1000 \mu\text{g/L}$) 加标到黑胡椒基质中，获得加标的质量控制 (QC) 样品 (预加标 QC)。使用未加标的黑胡椒样品制备基质空白 (MB)。之后将预加标 QC 样品盖紧，涡旋并平衡 15–20 分钟，使分析物渗入样品基质。向每份样品中加入 10 mL 水。将样品涡旋 10–15 分钟，提高低含水量样品 (干性样品) 的萃取效率^[1]。向试管中加入 10 mL 含 1% 乙酸的乙腈溶液，然后加入 QuEChERS EN 萃取盐和陶

瓷均质子。盖紧管盖，使用 Geno/grinder 在 1500 rpm 下剧烈振摇 5 分钟。随后将所有样品以 4000 rpm 的转速离心 5 分钟。取 2.5 mL 上清液转移到 15 mL 管中，并与 250 μL 含 1% 甲酸的水溶液混合。将整个混合物充分均匀化，然后加入 Captiva EMR-GPD 小柱中，将小柱放置在安捷伦 PPM-48 处理装置上，装置下方放置有带标记的收集管。使用低压 (1–3 psi) 将流速控制在每滴 3–5 秒。当所有样品均通过小柱且小柱中没有可见液体时，施加高压 (约 10 psi) 将 EMR-GPD 小柱完全干燥 2 分钟。接下来，将洗脱液全部转移到 Captiva EMR-GPF 小柱中，通过重力洗脱进行第二步净化。在重力下不再有液滴滴落时，使用 10 psi 的压力完全干燥小柱。将洗脱液充分混合，以备 LC/MS/MS 分析。整个样品前处理工作流程中引入的稀释倍数为 22。图 1 全面展示了样品前处理工作流程。

制备基质匹配校准标样

将中间标准溶液后加标到基质空白中，制备基质匹配校准标样。基质匹配校准标样的制备方法与溶剂标样相同，只是用基质空白代替 ACN 溶剂空白。

仪器

在 Agilent 1290 Infinity II LC 上使用 Agilent ZORBAX 超高压快速高分离度 Eclipse Plus C18 色谱柱 (部件号 959759-902) 进行色谱分离，使用配备安捷伦喷射流 (AJS) 电喷雾离子源的 Agilent 6470B 三重四极杆 LC/MS 在 dMRM 模式下进行检测。LC/TQ 自动调谐在单元和宽模式下进行。所有数据均由安捷伦 LC/MS 数据采集软件 (10.1 或更高版本) 采集，并使用安捷伦定量分析软件 (用于 QQQ, 10.2 或更高版本) 进行处理。

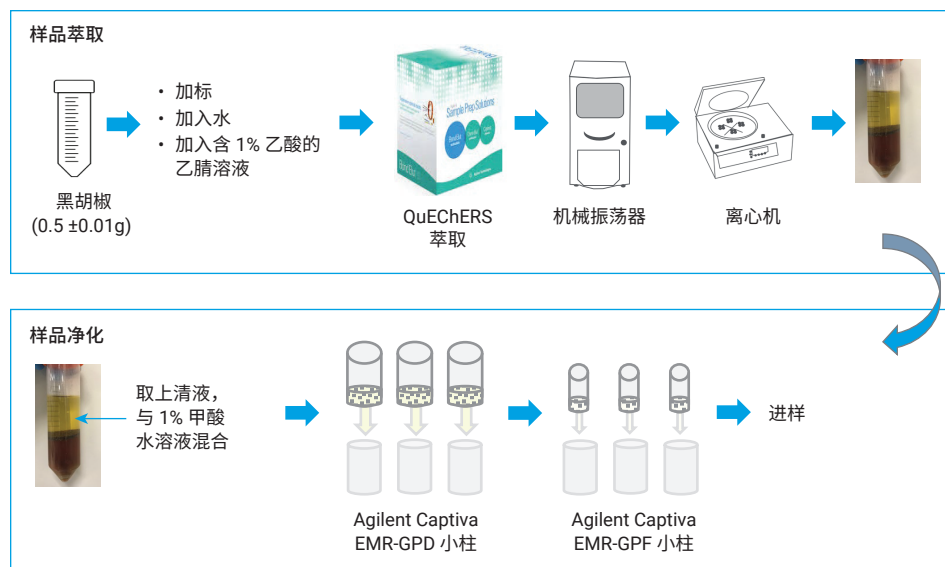


图 1. 黑胡椒样品前处理工作流程使用 Bond Elut QuEChERS EN 萃取试剂盒，然后使用 Captiva EMR-GPD 和 Captiva EMR-GPF 进行连续直通式净化

工作流程中使用的 LC 系统条件和 TQ 参数可参见之前的研究^[4,5]。

结果与讨论

黑胡椒样品前处理和基质净化效率

Captiva EMR 直通式净化方法可为基质去除提供高选择性和高效率，且不会显著影响目标物回收率，使其成为一种方便、快速、可靠的样品净化技术。这一方法尤其适用于多类别多残留分析，可实现令人满意的总体目标物合格率和出色的基质净化效果。与传统的 dSPE 净化相比，直通式净化提供了简化的工作流程步骤，例如无需进行 dSPE 管的开盖和旋盖、涡旋和离心。

新型 Captiva EMR 小柱包括使用了先进的 Carbon S 吸附剂，通过优化的配方与其他吸附剂混合，从而为植物源性样品基质（包括新鲜和干性基质）提供高选择性的有基质直通式净化^[6,7]。

鉴于黑胡椒基质非常复杂，基质净化难度较大，研究人员开展了大量的研究工作，旨在开发一种简单、可靠的样品前处理方法，以实现更出色的基质净化并获得可接受的目标物定量结果。根据黑胡椒基质去除效率和目标物回收率及重现性对方法性能进行了评估。基质干燥残渣重量主要用于快速比较净化效率^[8]，而回收率的评估则使用了一组较少的代表性目标物，包括约 100 种农药，从而达到快速的比较分析结果，用以方法的开发和优化。结果显

示，使用 Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 小柱依次进行直通式净化表现出了出色的基质去除效率，总体上具有出色的目标物回收率和超低的不合格率。

图 2 通过 (A) 观察干燥残留物及其重量以及 (B) GC/MS 全扫描背景测试评估了黑胡椒基质去除率；图 3 显示了通过 LC/TQ 获得的总离子流色谱图 (TIC)，以

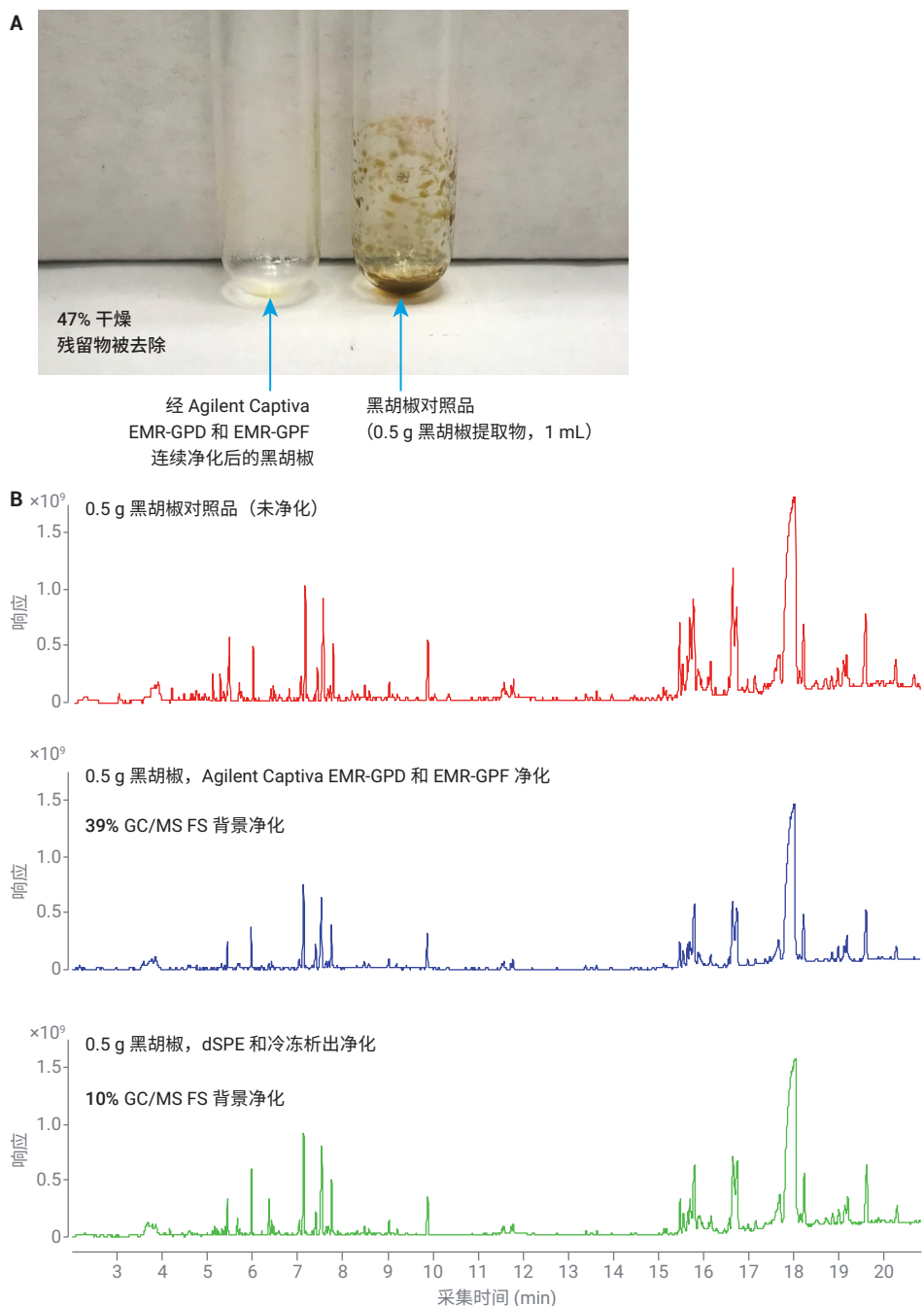


图 2. 使用 Agilent Captiva EMR-GPD 和 Captiva EMR-GPF 连续净化时的黑胡椒基质净化效果评估。(A) 基质干燥残渣重量测试表明去除了 47% 的干燥共萃取残渣。(B) GC/MS 全扫描背景测试表明，消除了 39% 的样品背景干扰或噪声

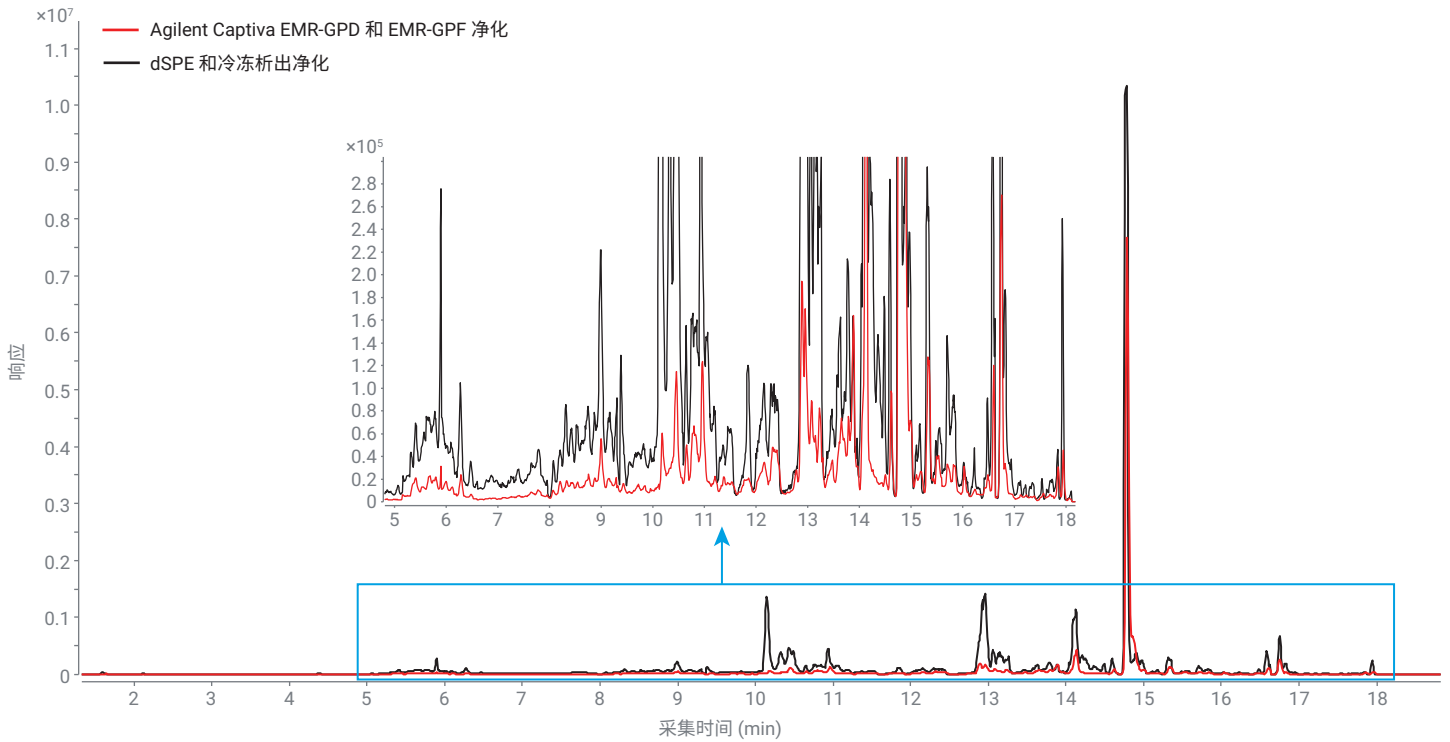


图 3. 比较使用 Agilent Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 连续直通式净化和使用 dSPE 及冷冻析出净化时，通过 LC/TQ 得到的黑胡椒基质空白的 TIC 色谱图

比较黑胡椒基质净化效果。比较的样品包括：连续的 Captiva EMR 直通式净化（EMR-GPD 和 EMR-GPF）处理的样品、通过传统 dSPE 和冷冻析出净化处理的样品^[9]，以及未进行任何净化的黑胡椒粗提取物。上述所有基质净化度评估结果表明，连续的 Captiva EMR 直通式净化可获得最洁净的基质提取物，黑胡椒基质的背景更低。

基质效应 (ME) 评估

在本研究中，对使用以下两种不同的方法进行净化的黑胡椒样品中的 510 种农药残留进行了基质评估：a) dSPE 和冷冻析出净化^[9]；b) 新型 Captiva EMR 连续直通式净化。通过黑胡椒基质匹配标样中目标物响应与相应溶剂标样中目标物响应的比值，进行了符合 SANTE 方案的基质

效应评估^[1]。表 2 显示了使用两种不同的前处理方法时的基质效应数据。总体而言，在连续 Captiva EMR 直通式净化后，黑胡椒中 510 种化合物中有 85% 的基质效应在 40%–120% 范围内。这表明新型 Captiva EMR 小柱具有出色的净化效率，并可以通过基质匹配校准有效地补偿定量分析。

表 2. 使用 Agilent Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 小柱进行连续净化时的基质效应数据，与采用 dSPE 及冷冻析出净化时的数据进行了比较

基质	萃取方法	共计 510 个目标物	
		基质效应不明显 (80%–120%) 的目标物数量	基质效应为 40%–120% 的目标物数量
黑胡椒	A) QuEChERS 萃取 + dSPE 及冷冻析出净化	16 (3%)	136 (26%)
	B) QuEChERS 萃取 + Captiva EMR-GPD 及 EMR-GPF	120 (24%)	435 (85%)

图 4 显示了通过 QuEChERS EN 萃取和 Captiva EMR 连续直通式净化获得的黑胡椒提取物中所有浓度为 10 µg/L 的目标物的代表性 MRM 色谱图。对称的尖峰和灵敏的响应表明使用新型 Captiva EMR 小柱实现了 500 多种目标物的有效基质净化并改善了基质效应。

验证整个工作流程的性能

根据 SANTE 指南，基于校准曲线线性度、方法灵敏度、回收率和精密度验证了工作流程性能^[1]。进行了批次内和批间分析，评估方法的重复性和重现性。每个批次包括溶剂空白、基质匹配校准标样、基质空白以及预加标和后加标 QC。每个批次制备 3 个预加标 QC 的技术重复样。

1) 校准曲线线性

使用 0.25–100 µg/L 动态范围内的基质匹配标样评估所有目标物的校准曲线线性。总体而言，510 个目标物中有 85% 在检测限到 50 µg/L 或 100 µg/L 的范围内满足了 $R^2 \geq 0.99$ 的校准曲线线性要求。与各个水平下的加标浓度进行比较，根据回算浓度准确度的偏差评估线性的准确性。例如，在校准水平 6 (10 µg/L) 下，黑胡椒提取物的 510 种化合物中超过 90% 的化合物的回算准确度在 $100 \pm 20\%$ 的可接受窗口内。

2) 方法灵敏度

根据检测限 (LOD) 和定量限 (LOQ) 评估方法灵敏度。在本研究中，方法检测限使用最低校准标样确定，并且考虑到了信噪比 $(S/N) \geq 3$ ，准确度在 70%–130% 之间^[1]。黑胡椒提取物的 510 种目标物中，97% 的目标物的方法检测限 $\leq 10 \mu\text{g/L}$ 。此外，510 种目标物中分别有 67% 和 81% 的检测限 $\leq 0.25 \mu\text{g/L}$ 和 $\leq 1 \mu\text{g/L}$ 。黑胡椒提取物的方法检测限结果表明 6470B LC/MS/MS 具有高灵敏度，以及新开发受窗口内。

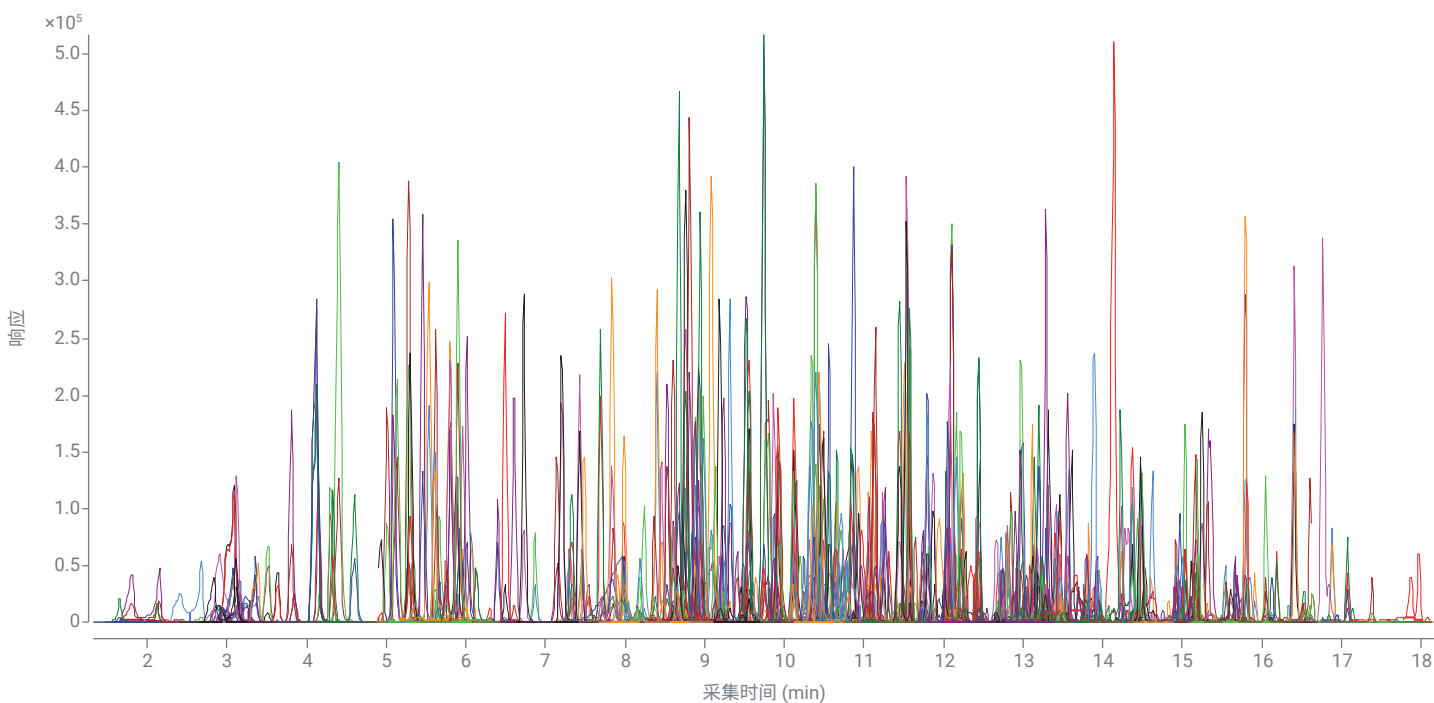


图 4. 黑胡椒基质提取物中 10 µg/L 的 510 种农药的代表性 MRM 色谱图

的样品前处理方法实现了出色的基质净化。多菌灵、克百威和三唑磷是典型的平面结构、碱性和酸性化合物，在样品净化过程中很容易发生损失。因此选择了这三种具有挑战性的化合物来证明在黑胡椒基质中的方法性能。图 5 显示了黑胡椒中多

菌灵、克百威和三唑磷在 0.25–100 µg/L 范围内的 LC/MS/MS MRM 色谱图叠加图，表明工作流程可实现出色的线性和灵敏度。

根据 SANTE 指南，通过 S/N 至少为 10 的最低水平的预加标样品获得定量限，同

时还要考虑黑胡椒基质中的目标物鉴定以及方法性能标准（分析物回收率和精密度）。表 3 比较了欧盟针对黑胡椒基质规定的 MRL 与本研究实测的定量限^[10]。此处的结果表明，分析工作流程提供了可接受的方法灵敏度，符合法规要求。

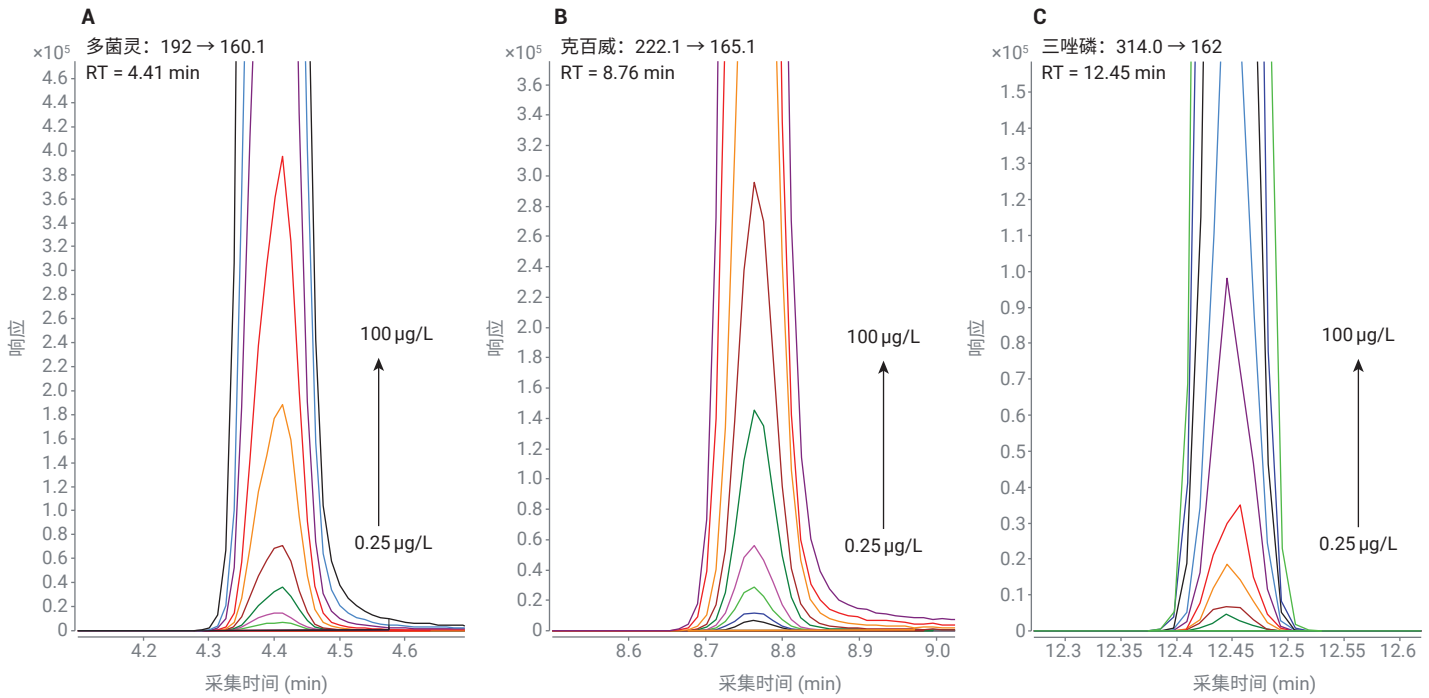


图 5. 黑胡椒提取物中浓度为 0.25–100 µg/L 的 (A) 多菌灵、(B) 克百威和 (C) 三唑磷的 MRM 色谱图叠加图

表 3. 比较欧盟针对黑胡椒基质规定的 MRL 与按照本应用简报中描述的工作流程测得的相应定量限

农药	欧盟 MRL (µg/kg)	本研究的定量限 (µg/kg)
啉虫脒	100	10
莠去津	100	10
噻嗪酮	50	10
多菌灵	100	10
克百威	50	10
噻虫胺	50	10
啉菌环胺	100	10
苯醚甲环唑	300	10
氟环唑	100	25*

农药	欧盟 MRL (µg/kg)	本研究的定量限 (µg/kg)
双氟磺草胺	50	10
粉唑醇	50	10
己唑醇	50	10
吡虫啉	50	10
异丙隆	50	10
甲霜灵	50	10
灭多威	50	10
多效唑	50	10
抗蚜威	50	10

农药	欧盟 MRL (µg/kg)	本研究的定量限 (µg/kg)
咪鲜胺	150	10
哒螨灵	50	10
啉霉胺	50	10
戊唑醇	50	10
噻菌灵	50	10
噻虫嗪	50	10
三唑磷	70	10
三环唑	50	10

* 由于黑胡椒基质中存在该目标物，因此抬高了定量限

图 6 显示了在预加标 QC 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (定量限水平) 下, 多菌灵、克百威和三唑磷各自三个技术重复样的 MRM 色谱图叠加图。考虑到在样品前处理过程中引入了 22 倍的稀释倍数, 这相当于在黑胡椒提取物中浓度约为 0.45 $\mu\text{g}/\text{L}$ 。如图 6 所示, 这三种具有挑战性的化合物在定量限水平获得了高响应, $\text{RSD}_r < 3\%$, 展现了出色的方法灵敏度和重现性。

3) 方法回收率

目标物回收率是衡量样品前处理方法性能和食品基质中农药残留检测真实性的关键指标。考虑到胡椒基质中农药的最低 MRL 为 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$, 本研究使用 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的预加标 QC 来评估目标物回收率。根据通过基质匹配校准曲线计算的分析物浓度与预加标 QC 中的预期浓度的比值

计算得到回收率 ($n = 3$)。根据 SANTE 指南中的方法性能可接受性标准, 如果回收率一致 ($\text{RSD}_r \leq 20\%$), 那么平均回收率不得低于 30% 或高于 140%。在本研究中, 回收率的可接受范围定义更严格, 为 40%–120%, $\text{RSD}_r \leq 20\%$ 。图 7 显示了黑胡椒基质中 510 种目标物的回收率分布。总体而言, 使用所开发的工作流程, 510 种化合物中有 382 种 (75%) 符合上述标准。此外, 在 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 浓度下, 黑胡椒基质中 510 个目标物中有 358 个目标物 (70%) 的回收率在 70%–120% 之间。回收率结果证实, 所开发的样品前处理方法可为黑胡椒中的大多数目标农药提供可接受的分析物回收率。结果表明, 新开发的样品前处理方法适用于分析复杂基质中的大量农药。

某些农药回收率不合格主要与黑胡椒中原本存在该目标物以及基质干扰相关。农药残留阳性在黑胡椒基质中很常见; 很难找到一个完全干净的基质空白。因此, 某些农药呈阳性显著影响了基质匹配校准曲线的目标物定量准确度。这些化合物包括敌草隆、DEET、氟环唑、伏草隆、啶硫磷等。此外, 未知基质背景引起的基质干扰也导致难以准确进行峰积分^[1]。包括敌菌灵、烯唑醇、灭锈胺、尼古丁、戊菌隆、去草净等在内的目标物表现出明显的基质干扰, 导致难以实现一致的目标物定量。

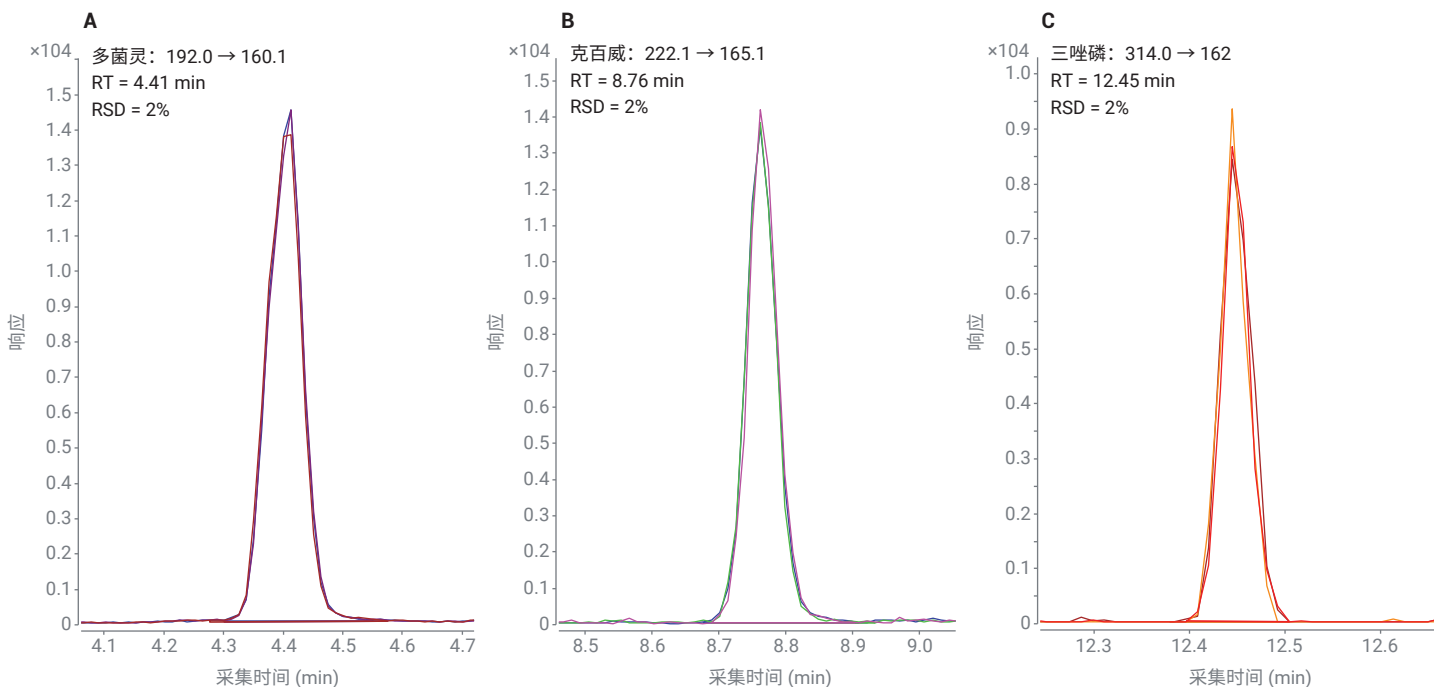


图 6. 同一批次内黑胡椒基质 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 预加标 QC 的 3 个技术重复样中 (A) 多菌灵、(B) 克百威和 (C) 三唑磷的 MRM 色谱图叠加图

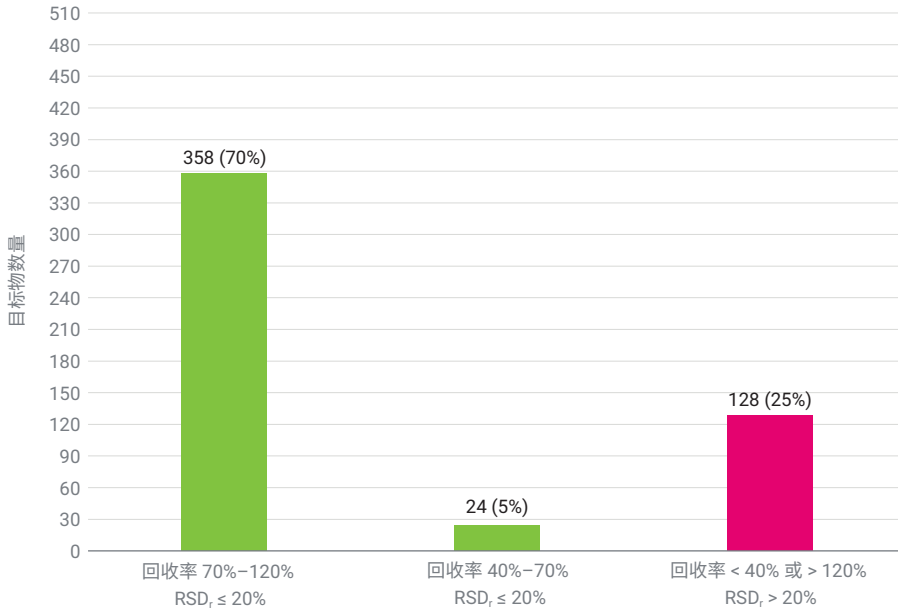


图 7. 黑胡椒中所有 510 个目标物的预加标 QC 回收率分布

4) 方法精密度

基于 10 µg/kg 下预加标 QC 的技术重复样，通过批内回收率重复性和批间回收率重现性评估了方法精密度。根据批次内预加标 QC 的三个技术重复的回收率计算 RSD_r%。总体而言，黑胡椒中 80% 的目

标物的 RSD_r ≤ 20%，表明了样品前处理方法的性能一致性。

根据两个批次共六个预加标 QC 重复样的回收率计算 RSD_{IR}%，这些样品由两名实验室科学家在不同日期使用不同批次的样品基质进行制备。在黑胡椒的 510 个目

标物中，78% 的 RSD_{IR} ≤ 20%。图 8 显示了黑胡椒的 10 µg/kg 预加标 QC 的六个技术重复样中三种代表性目标物（多菌灵、克百威和三唑磷）的批间回收率。结果表明，所开发的分析工作流程为日常常规分析提供了一致的定量结果。

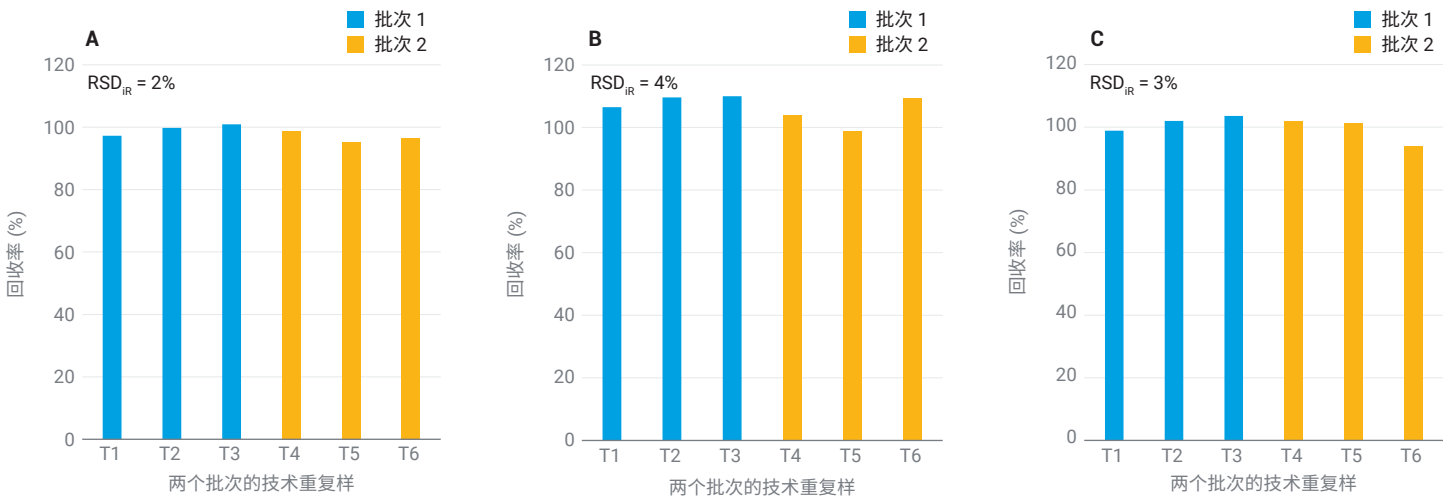


图 8. 两个批次中 10 µg/kg 预加标 QC 的六个技术重复样中 (A) 多菌灵、(B) 克百威和 (C) 三唑磷的回收率值

结论

本文介绍的整体工作流程包括样品前处理、色谱分离和 MS 检测，为黑胡椒基质中的 510 种农药残留提供了高选择性、灵敏的定量分析。

简化的样品前处理方案使用 Agilent Bond Elut QuEChERS EN 萃取试剂盒进行萃取，然后使用 Agilent Captiva EMR-GPD 和 EMR-GPF 小柱进行连续直通式净化，可有效去除黑胡椒基质，降低基质效应，并去除黑胡椒中的更多基质干扰物。该方法为 75% 的农药提供了可接受的定量结果。结果已表明，此方法超越了传统的样品前处理方法。更干净的样品提取物还可以防止液相色谱柱和 MS 离子源污染和残留，有助于降低维护频率，提高整体工作流程的长期稳定性。

黑胡椒中分别有 81% 和 97% 的目标物的方法检测限为低于 1 ng/mL 和 10 ng/mL。方法定量限符合欧盟农药数据库中规定的胡椒基质中化合物的 MRL 要求，为需要日常进行农药残留分析的实验室提供了重要

的结果。通过批内和批间分析评估了工作流程的重现性，结果表明，可为黑胡椒中 500 多种农药残留的定量分析提供高重现性和可靠的分析性能。此外还展示了将此方法扩展到其他色素和脂肪含量较高的复杂干性食品基质的可能性。

参考文献

1. SANTE/11312/2021: Analytical Quality Control and Method Validation Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed
2. Quantitative Analysis of Multiresidue Pesticides in Food Matrices Using Agilent 6470 Triple Quadrupole LC/MS System – Method Protocol, **2022**
3. www.agilent.com/chem/standards
4. Zou, A. 等. 使用 Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统分析食品中农药残留的全面 LC/MS/MS 工作流程, *安捷伦科技公司应用简报*, 出版号 5994-2370ZHCHN, **2020**
5. Zou, A. 等. Analysis of 510 Pesticide Residues in Honey and Onion on an Agilent 6470 Triple Quadrupole LC/MS System (使用 Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统分析蜂蜜和洋葱中的 510 种农药残留) *安捷伦科技公司应用简报*, 出版号 5994-3573EN, **2021**
6. Zhao, L.; Wei, T.-C. 使用 Captiva EMR-HCF 直通式净化和 LC/MS/MS 对春季沙拉菜中的多类别多残留农药进行测定, *安捷伦科技公司应用简报*, 出版号 5994-4765ZHCHN, **2022**
7. Zhao L. 使用 Captiva EMR-GPF 直通式净化与 LC/MS/MS 和 GC/MS/MS 对柿子椒中的多类别多残留农药进行测定, *安捷伦科技公司应用简报*, 出版号 5994-4767ZHCHN, **2022**
8. Zhao, L.; Lucas, D. 使用 Agilent Bond Elut EMR-Lipid 增强型脂质去除产品对牛油果中的农药进行 LC/MS/MS 分析, *安捷伦科技公司应用简报*, 出版号 5991-6098CHCHN, **2015**
9. EURL-FV (2017-M21) Evaluation of Different Extraction
10. EU Pesticides Database (v.2.2), **2022**

查找当地的安捷伦客户中心:

www.agilent.com/chem/contactus-cn

免费专线:

800-820-3278, 400-820-3278 (手机用户)

联系我们:

LSCA-China_800@agilent.com

在线询价:

www.agilent.com/chem/erfq-cn

www.agilent.com

DE87036491

本文中的信息、说明和指标如有变更，恕不另行通知。

© 安捷伦科技 (中国) 有限公司, 2022, 2023
2023 年 4 月 12 日, 中国出版
5994-4768ZHCHN