

使用液相色谱-串联质谱联用系统 (LC/MS/MS) 对动物组织和鸡蛋中的兽药进行多类别残留分析

应用简报

作者

Tony Zhang、Dan-Hui Dorothy Yang、
Tarun Anumol、Jianzhong Li、
Andy Zhai 和 Joan Stevens
安捷伦科技有限公司
中国上海
英伦路 412 号
邮编 200131

摘要

本应用简报介绍了一种针对不同动物源性食品样品中多类别兽药的筛查和定量而开发的工作流程解决方案，内容涵盖从样品前处理到结果定量分析。这些兽药属于 32 个不同的化学类别，包括大环内酯类、磺胺类、四环素类、 β -内酰胺类、 β -激动剂类、氯霉素类、硝基咪唑类、头孢烯类、阿维菌素类、苯并咪唑类、糖皮质激素类、非甾体抗炎药 (NSAID) 类、肽类、抗球虫药类、喹诺酮类、咪唑类、雄激素类、聚醚类、三苯甲烷类、吩噻嗪类、喹啉类、抗吸虫药类、抗病毒药类、农药类、氨基酚类、有机酸类、硝基类化合物、镇静剂类等。动物源性食品样品包括猪、牛和鸡的肌肉和肝脏以及鱼和鸡蛋。样品前处理包括利用酸化乙腈实现快速高效的蛋白质沉淀和目标物提取，然后使用 EMR-Lipid 增强型脂质去除净化管 (部件号 5982-1010) 和 Polish 净化盐析萃取步骤相结合 (部件号 5982-0102) 进行进一步净化。该工作流程解决方案支持与安捷伦喷射流离子源结合使用的多种类型的安捷伦串联质谱仪 (Agilent 6460 三重四极杆液质联用系统、Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统和 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统)。



Agilent Technologies

前言

兽药 (VD) 在兽医业中广泛应用于治疗和预防疾病，或用于提高生长和饲养效率。如果兽药施用不当，可能导致供人食用的动物源性食品中存在兽药残留，从而造成健康风险。在长期暴露下，尽管一些抗微生物剂在食品中的浓度非常低，也可能导致人群耐药性的提高。

为更好地控制兽药的使用并保护公众健康，国家监管机构对肉类及其他食品中的兽药残留限量进行了监管。中国农业部 (MOA) 发布的第 235 号公告中将兽药分为四类：I 类药物允许使用，且没有规定最大残留限量 (MRL)。II 类药物允许用于治疗疾病，需要遵守 MRL 规定。III 类药物允许用于治疗疾病，但是在人类食用的样品中不得检出。IV 类药物禁止使用，不允许在样品中检出。中国政府每年都会制定一系列用于控制 II、III 和 IV 类兽药使用的监测计划。当前，中国发布的兽药残留分析标准方法重点针对仅一种化学类别或几种化学类别的药物（如磺胺类、喹诺酮类、四环素类等）。可能需要数天时间才可完成最终检测并得到报告。此类工作流程不仅耗时、费力且成本高，而且在处理大量样品时效率很低。我们的工作流程解决方案旨在使实验室能够同时分析多种化学类别的 180 多种经常监测的 VD。该方法中的兽药清单基于第 235 号公告（中国农业部）。

动物源性食品样品包含大量蛋白质和脂类，为样品前处理带来了严峻挑战。在本研究中，选择酸化乙腈（5% 甲酸）作为萃取溶剂，能够实现高效的蛋白质沉淀，将分析物萃取到有机相中。利用 Agilent Bond Elut EMR-Lipid 增强型脂质去除净化管 (EMR-Lipid) 与 Polish 净化盐析萃取步骤相结合进行净化。EMR-Lipid 增强型脂质去除产品是一种新型吸附材料，能够选择性去除样品中的主要脂类且不影响分析物回收率。

实验部分

标准品与试剂

兽药标准品购自 Dr. Ehrenstorfer GmbH、WITEGA laboratorien Berlin-Adlershof GmbH、Toronto Research Chemicals (TRC) 或 AccuStandard 公司。在流动相配制中使用超纯水 (> 18.2 MΩ, ELGA VEOLIA PureLab Chrous 系统)、乙腈 (LC/MS 级, Fluka) 和甲酸 (~98%, 质谱用, Fluka)。在样品前处理中使用乙腈 (ACN, HPLC 级, Sigma-Aldrich)、二甲亚砜 (DMSO, > 99.9%, Aldrich)、乙酸铵 (≥ 98%, Sigma-Aldrich) 和甲酸 (~98%, HPLC 级, Fluka)。

样品前处理

开发出一种快速简单的样品前处理方法。使用酸化乙腈萃取均质样品，还用作蛋白质沉淀步骤。采用 Agilent EMR-Lipid 增强型脂质去除产品选择性去除脂类而不吸附目标化合物，然后通过最终 Polish 净化盐析萃取步骤进行净化，对萃取物进行进一步净化。

该样品前处理方法适用于许多类型的动物源性食品样品，包括猪、牛和鸡的肌肉和肝脏以及鱼和鸡蛋。

仪器

采用 Agilent 1290 Infinity II 液相色谱系统进行分析，其中包括：

- 多兽残解决方案包 (G6413AA)
- Agilent 1290 Infinity II 二元泵 (G7120A)，配备 35 μL Jet Weaver
- Agilent 1290 Multisampler (G7167B)，配备 20 μL 定量环
- Agilent 1290 Infinity II 大容量柱温箱 (G7116B)

对三种型号的串联质谱仪进行了测试：

- 采用喷射流技术的 Agilent 6460 三重四极杆液质联用系统 (G6460CA)
- 采用喷射流技术的 Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统 (G6470AA)
- 采用 iFunnel 和喷射流技术的 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统 (G6495A)

方法开发与验证

在方法开发和验证过程中考虑下列性能特性：动态范围、检测限 (LOD)、定量限 (LOQ)、回收率和重现性。

在 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统上使用五种基质（猪肉、猪肝、鳗鱼、鸡肉和鸡蛋）在三种加标浓度（1 ng/g、5 ng/g 和 20 ng/g）下对解决方案进行了全面验证。在 Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统上使用猪

肉基质，在三种加标浓度（1 ng/g、5 ng/g 和 20 ng/g）下对解决方案进行全面验证。在 Agilent 6460 三重四极杆液质联用系统上使用猪肉和猪肝基质，在三种加标浓度（1 ng/g、5 ng/g 和 20 ng/g）下对解决方案进行全面验证。

结果与讨论

表 1 列出了本解决方案所涵盖的化合物。

表 1. 分析的兽药

分类	名称	CAS
β-激动剂	西马特罗	54239-37-1
	克仑特罗	21898-19-1
	氯丙那林	3811-25-4
	喷布洛尔	38363-40-5
	普奈洛尔	318-98-9
	莱克多巴胺	90274-24-1
	沙丁胺醇	18559-94-9
	特布他林	23031-32-5
	妥洛特罗	56776-01-3
雄激素	醋酸甲孕酮	595-33-5
	甲睾酮	58-18-4
	诺龙/19-去甲睾酮	434-22-0
	睾酮	58-22-0
	β-群勃龙	10161-33-8
阿维菌素类	阿维菌素 B1a	65195-55-3
	多拉菌素	117704-25-3
	埃普菌素	123997-26-2
	伊维菌素	70288-86-7
苯并咪唑类	2-氨基氟苯达唑	82050-13-3
	5-羟基甲苯咪唑	60254-95-7
	阿苯达唑	54965-21-8
	阿苯达唑砒	75184-71-3
	阿苯达唑亚砒	54029-12-8
	阿苯达唑-2-氨基砒	80983-34-2
	坎苯达唑	26097-80-3
	苯硫氨酯	58306-30-2
	芬苯达唑	43210-67-9
	氟苯咪唑	31430-15-6
	甲苯咪唑	31431-39-7
	甲苯达唑胺	52329-60-9
	奥吩达唑	53716-50-0
	奥芬那唑砒/芬苯达唑砒	54029-20-8
	奥苯达唑	20559-55-1
	噻菌灵	148-79-8

分类	名称	CAS	
	5-羟基噻菌灵	948-71-0	
	三氯苯达唑	68786-66-3	
头孢烯类	头孢克洛	53994-73-3	
	头孢羟唑	34444-01-4/ 58648-57-0	
	头孢匹林	21593-23-7	
	头孢唑啉	25953-19-9	
	头孢他美新戊酯	65243-33-6	
	头孢哌酮	62893-19-0/ 62893-20-3	
	头孢噻肟	63527-52-6	
	头孢噻吩	80370-57-6	
	头孢氨苄	15686-71-2	
氯霉素类	头孢洛宁	5575-21-3	
	头孢拉定	38821-53-3	
	氯霉素	56-75-7	
	氟甲砜霉素	73231-34-2	
	甲砜霉素	15318-45-3	
	糖皮质激素类	倍氯米松	4419-39-0
		倍他米松	378-44-9
可的松		53-06-5	
地塞米松		50-02-2	
氟米松		2135-17-3	
氢化可的松		50-23-7	
甲基泼尼松		83-43-2	
泼尼松龙		50-24-8	
泼尼松		53-03-2	
去炎松		124-94-7	
曲安奈德		76-25-5	
大环内酯类	乙酰异戊酰泰乐菌素/泰乐菌素	63409-12-1	
	红霉素	59319-72-1	
	吉他霉素/柱晶白霉素	1392-21-8	
	竹桃霉素	7060-74-4	
	替米考星	108050-54-0	
	泰乐菌素	74610-55-2	

表 1. 分析的兽药 (续)

分类	名称	CAS	分类	名称	CAS
硝基咪唑类	二甲硝咪唑	551-92-8	四环素类	磺胺二甲唑	729-99-7
	羟基地美硝唑 (HMMNI)	936-05-0		磺胺硝苯	122-16-7
	甲硝唑	443-48-1		磺胺苯吡唑	526-08-9
	羟基甲硝唑	4812-40-2		磺胺吡啶	144-83-2
	罗硝唑	7681-76-7		磺胺喹恶啉	59-40-5
肽类	杆菌肽 A	1405-87-4		磺胺噻唑	72-14-0
	维吉尼霉素 M1	211411-53-0		磺胺索啉啉	515-64-0
聚醚类	拉沙里菌素 A	25999-20-6		磺胺异恶唑	127-69-5
	马杜霉素	61991-54-6		甲氧苄啉	738-70-5
	莫能菌素	22373-78-0		β-内酰胺类	金霉素
喹诺酮类	环丙沙星	85721-33-1			多西环素
	达氟沙星	112398-08-0	土霉素		6153-64-6
	二氟沙星	98106-17-3	四环素		60-54-8
	依诺沙星	74011-58-8	三苯甲烷类	阿莫西林	26787-78-0
	恩诺沙星	93106-60-6		氨基青霉素	69-53-4
	氟罗沙星	79660-72-3		苄青霉素/普鲁卡因苄青霉素/ 青霉素 G	61-33-6
	氟甲喹	42835-25-6		苯唑西林	66-79-5
	洛美沙星	98079-51-7		舒巴坦	68373-14-8
	萘啶酸	389-08-2	二萜	结晶紫/碱性紫 3	548-62-9
	诺氟沙星	70458-96-7		隐性孔雀石绿	129-73-7
	氧氟沙星	82419-36-1		孔雀石绿	569-64-2
	奥比沙星	113617-63-3	吩噻嗪类	沃尼妙林	133868-46-9
	奥索利酸	14698-29-4		氯丙嗪	50-53-3
	培氟沙星	70458-92-3	咪唑类	塞拉嗪	7361-61-7
	沙氟沙星	98105-99-8		咪唑类	咪唑苯烯酸钠
	司帕沙星	110871-86-8	喹啉类	喹乙醇	23696-28-8
	磺胺类	磺胺苯甲酰胺		127-71-9	抗吸虫药
磺胺醋酰		144-80-9	硝碘酚脒	1689-89-0	
磺胺氯哒嗪		80-32-0	雷复尼特	22662-39-1	
磺胺氯吡嗪		102-65-8	抗球虫药	氯羟吡啶	2971-90-6
磺胺嘧啶		68-35-9		癸氧喹酯	18507-89-6
磺胺间二甲氧嘧啶		122-11-2		地克珠利	101831-37-2
磺胺多辛		2447-57-6		乙氧酰胺苯甲酯	59-06-3
磺胺胍		57-67-0		常山酮	55837-20-2
磺胺甲噁啉		127-79-7		甲氧苄啉酯	13997-19-8
磺胺对甲氧嘧啶		651-06-9		尼卡巴嗪	330-95-0
磺胺二甲嘧啶		57-68-1		氯苯胍	25875-50-7
磺胺甲噻二唑		144-82-1		妥曲珠利	69004-03-1
磺胺甲恶唑		723-46-6		妥曲珠利砒	69004-04-2
磺胺甲氧哒嗪		80-35-3	妥曲珠利亚砒	69004-15-5	
磺胺间甲氧嘧啶		1220-83-3	球痢灵	148-01-6	

表 1. 分析的兽药 (续)

分类	名称	CAS
抗病毒药物	金刚烷胺	768-94-5
农药	克百威	1563-66-2
	杀虫脒	6164-98-3
	蝇毒磷	56-72-4
	溴氰菊酯	52918-63-5
	二嗪农	333-41-5
	敌敌畏	62-73-7
	倍硫磷亚砷	3761-41-9
	马拉硫磷	121-75-5
	五氯酚 (PCP)	131-52-2
	巴胺磷	31218-83-4
敌百虫	52-68-6	
林可胺类	林可霉素	7179-49-9
氨基砷类	氨基砷	80-08-0
	N-乙酰氨基砷	565-20-8
有机酸类	十七氟辛烷磺酸 (PFOS)	1763-23-1
	全氟辛酸 (PFOA)	335-67-1
硝基类	3-氨基-5-硝基-邻甲苯甲酰胺 (ANOT)	3572-44-9
	4,6-二硝基-邻甲酚 (DNOC)	534-52-1
	硝呋烯腙	2315-20-0
	复硝酚钠/ 4-硝基苯酚	100-02-7/ 63317-67-9
	阿扎哌醇	2804-05-9
镇静剂	阿扎哌隆	1649-18-9
非甾体抗炎药 (NSAID)	4-乙酰氨基安替比林	83-15-8
	4-甲酰氨基安替比林	1672-58-8
	卡洛芬	53716-49-7
	双氯芬酸	15307-86-5
	氟灭酸	530-78-9
	氟尼辛	42461-84-7
	吲哚美辛	53-86-1
	吲哚洛芬	31842-01-0
	酮洛芬	22071-15-4
	甲芬那酸	61-68-7
	美洛昔康	71125-38-7
	吡罗昔康	36322-90-4
	舒林酸	38194-50-2
	替诺昔康	59804-37-4
	托芬那酸	13710-19-5
	托美汀	26171-23-3
驱虫剂	左旋咪唑	14769-73-4

对一组基质加标校准标样 (0.1 ng/g、0.2 ng/g、0.5 ng/g、1.0 ng/g、2.0 ng/g、5.0 ng/g、10 ng/g、20 ng/g 和 40 ng/g) 进行连续分析, 并得到包含相关系数值 (R^2) 的线性拟合结果。图 1A 和图 1B 示出在 6495 三重四极杆液质联用系统上获得的猪肉中不同化学类别的 12 种代表性化合物 (莱克多巴胺、睾酮、阿苯达唑、头孢匹林、氯霉素、泼尼松龙、竹桃霉素、甲硝唑、环丙沙星、磺胺苯甲酰胺、阿莫西林和卡洛芬) 的校准曲线。

利用 Agilent MassHunter 定量分析软件 (B.06.00 版或更高版本) 在重复进样 MDL-LOQ-LOD 计算下使用各浓度 (1 ng/g、5 ng/g 和 20 ng/g) 样品重复测定七次得到的数据文件来计算 LOD 和 LOQ。选择用于 LOD 和 LOQ 计算的浓度应满足下列标准:

- 所选择的浓度处于校准范围内
- 重复测定得到的 %RSD 小于等于 20
- 浓度应尽可能低

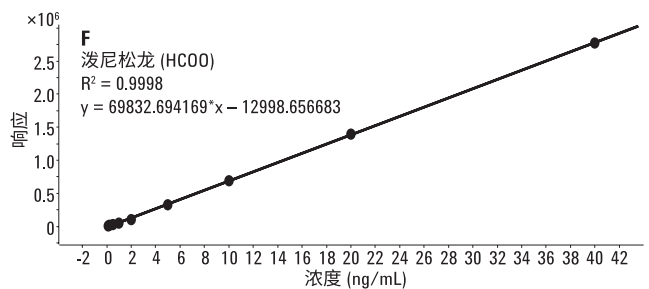
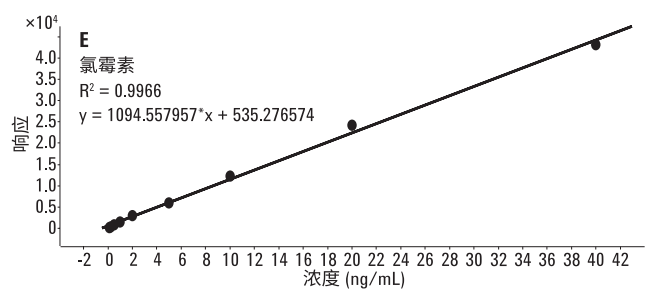
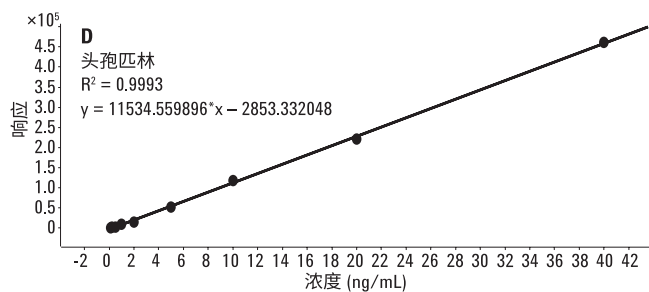
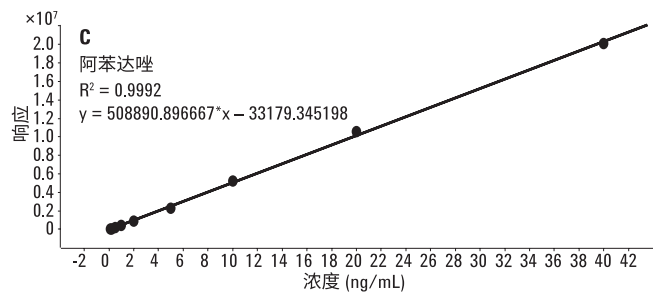
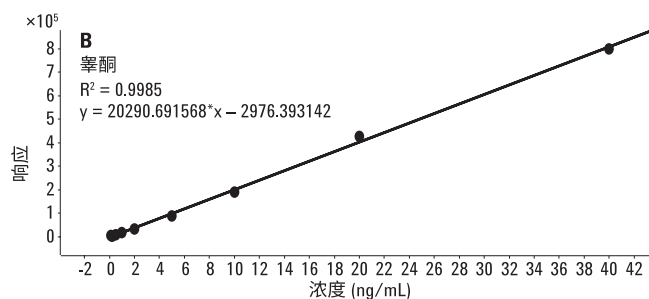
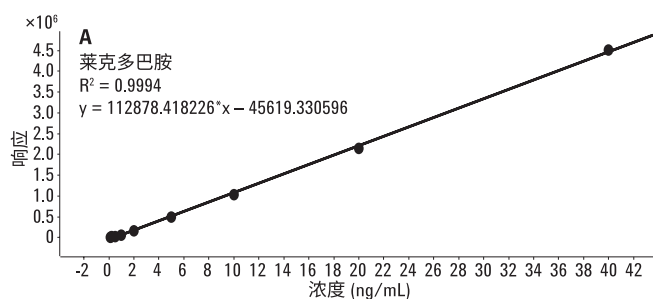


图 1A. 在 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统上获得的猪肉中 0.1 ng/g 至 40 ng/g 莱克多巴胺 (A)、睾酮 (B)、阿苯达唑 (C)、头孢匹林 (D)、泼尼松龙 (E) 和竹桃霉素 (F) 的校准曲线

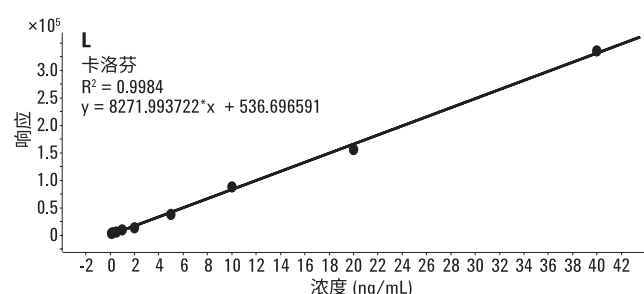
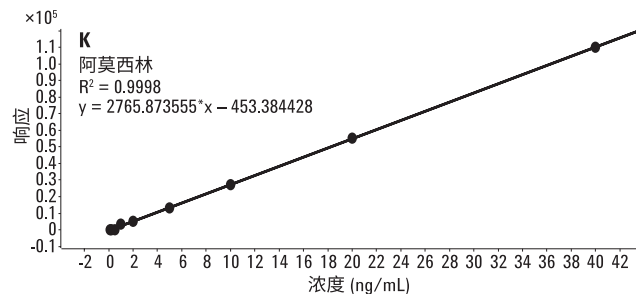
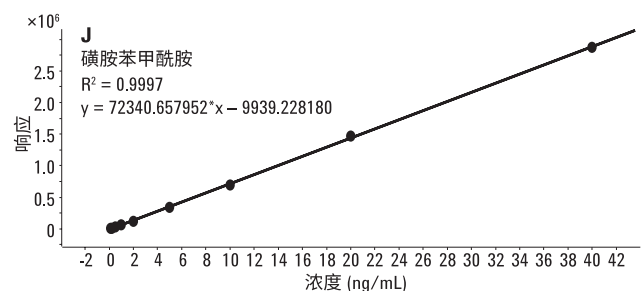
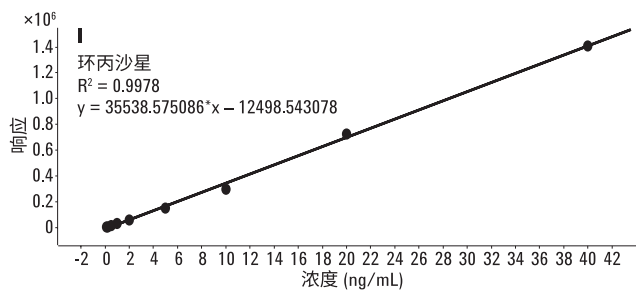
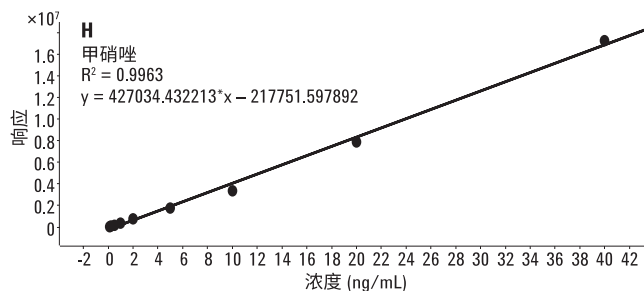
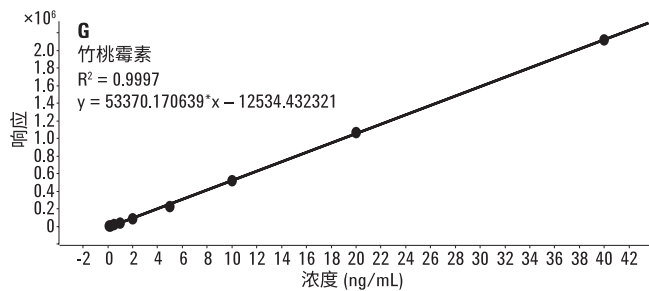


图 1B. 在 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统上获得的猪肉中 0.1 ng/g 至 40 ng/g 甲硝唑 (G)、环丙沙星 (H)、磺胺苯甲酰胺 (I)、阿莫西林 (J)、卡洛芬 (K) 和氯霉素 (L) 的校准曲线

为了证明我们的工作流程解决方案的出色性能，我们随机选取了在 6495 三重四级杆液质联用系统上获得的猪肉样品的验证结果进行汇总：

- 获得了良好的线性，98% 化合物的 $R^2 \geq 0.99$
- 三种不同浓度下的回收率数据分为四类：回收率百分比介于 50-79 之间、介于 80-120 之间、介于 121-150 之间，以及大于 150。图 2 所示的结果证明，通过基质加标校准获得了良好的回收率。例如，在 5 ng/g 加标浓度下，92% 化合物的回收率处于 80%-120% 范围内
- 三种不同浓度下的重现性也分为四类：
 - %RSD 介于 0-10 之间
 - %RSD 介于 11-15 之间
 - %RSD 介于 16-20 之间
 - %RSD 大于 20

图 3 示出在该方法中检测的所有兽药的结果。仅少量化合物的 %RSD 大于 20%。例如，在 5 ng/g 加标浓度下，11 种化合物（磺胺硝苯、头孢拉定、地克珠利、碘醚柳胺、氯氟碘柳胺、泰乐菌素、苯唑西林、妥曲珠利亚砷、呋喃苯烯酸钠、阿莫西林和多拉菌素）的 RSD 大于 20%，这可能是由于分析物不稳定导致信号响应变化或者分析物的信号响应较弱引起的。

在本应用简报中，对 6460 三重四极杆液质联用系统和 6470 三重四极杆液质联用系统采用额外的氮吹浓缩步骤，以获得与 6495 三重四级杆液质联用系统相似的检测灵敏度。验证结果表明，通过这一额外的步骤可获得类似的性能结果。表 2 列出了不同串联质谱仪上获得的一些代表性化合物的验证数据。请注意，有些不稳定的化合物在氮吹浓缩步骤会发生分解。下列九种化合物由于在氮吹浓缩过程中发生分解，未能在 6460 三重四极杆液质联用系统和 6470 三重四极杆液质联用系统上

检出：卡洛芬、克罗散泰、溴氰菊酯、二嗪农、呋喃苯烯酸钠、苯唑西林、碘醚柳胺、舒巴坦和 β -群勃龙。在最终的复溶步骤中，使用膜过滤（而非离心）也会导致下列化合物产生大量损失：阿维菌素 B1a、头孢拉定、癸氧喹酯、敌敌畏、地克珠利、多拉菌素、依普菌素、氟灭酸、十七氟辛烷磺酸 (PFOS)、伊维菌素、拉沙里菌素、马杜霉素、甲灭酸、莫能菌素、甲氧苄啶、五氯酚 (PCP)、全氟辛酸 (PFOA)、氯苯胍和托芬那酸。

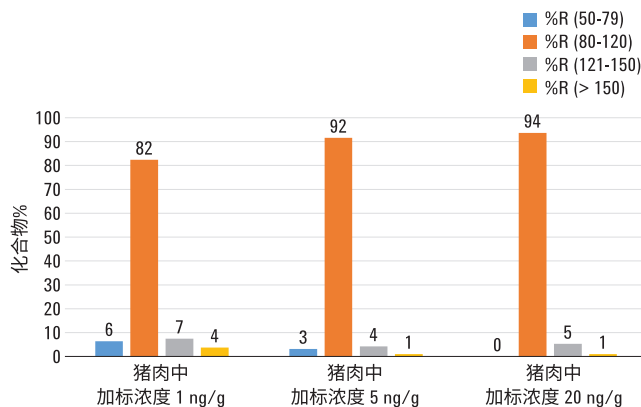


图 2. Agilent 6495 三重四级杆液质联用系统获得的猪肉中不同加标浓度分析物的回收率

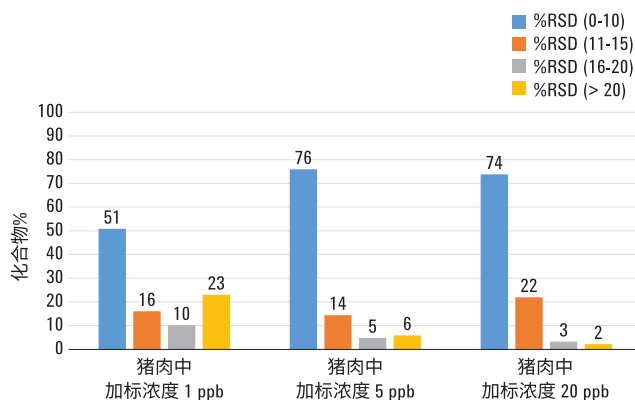


图 3. Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统获得的猪肉中不同加标浓度分析物的重现性

表 2. 在不同串联质谱仪 (Agilent 6460 三重四极杆液质联用系统、Agilent 6470 三重四极杆液质联用系统和 Agilent 6495 三重四极杆液质联用系统) 上获得猪肉中的代表性验证数据

名称	型号	R ²	动态范围 (ng/g)	加标浓度						LOQ (ng/g)	LOD (ng/g)
				1 ng/g		5 ng/g		20 ng/g			
				%回收率*	%RSD	%回收率*	%RSD	%回收率*	%RSD		
阿苯达唑	G6460CA	0.998	0.1-40	97	3	99	3	109	4	0.3	0.1
	G6470AA	0.999	0.2-40	101	7	102	3	102	5	0.7	0.2
	G6495A	0.999	0.1-40	98	6	105	5	108	4	0.6	0.2
阿莫西林	G6460CA	1.000	5-40	103	21	87	24	108	10	22.0	7.3
	G6470AA	0.999	2-40	78	33	103	11	107	5	5.9	1.8
	G6495A	1.000	1-40	154	73	80	21	117	8	8.5	2.6
头孢匹林	G6460CA	0.999	0.5-40	121	44	107	16	123	7	8.6	2.9
	G6470AA	0.995	2-40	148	39	130	10	101	7	6.7	2.0
	G6495A	0.999	1-40	101	43	150	10	110	19	7.3	2.2
氯霉素	G6460CA	0.999	2-40	211	36	111	23	85	13	12.9	4.3
	G6470AA	0.998	1-40	92	16	90	13	106	9	1.4	0.4
	G6495A	0.997	0.2-40	84	15	96	11	95	5	1.3	0.4
环丙沙星	G6460CA	0.999	1-40	191	27	93	19	101	9	8.9	3.0
	G6470AA	0.989	1-40	189	66	94	9	96	8	1.4	0.4
	G6495A	0.998	0.5-40	91	15	133	8	103	7	1.4	0.4
甲硝唑	G6460CA	0.999	0.1-40	92	9	104	6	102	3	0.8	0.3
	G6470AA	0.999	0.5-40	101	11	104	7	103	6	1.1	0.3
	G6495A	0.996	0.5-40	87	7	105	4	113	12	0.6	0.2
竹桃霉素	G6460CA	0.998	0.1-40	105	5	100	2	104	4	0.6	0.2
	G6470AA	0.995	0.2-40	119	7	111	8	97	6	0.9	0.3
	G6495A	1.000	0.1-40	120	8	100	8	95	4	0.9	0.3
泼尼松龙	G6460CA	1.000	0.5-40	113	8	91	3	101	2	0.9	0.3
	G6470AA	1.000	0.2-40	88	12	112	3	104	7	1.0	0.3
	G6495A	1.000	0.2-40	101	3	100	5	91	6	0.3	0.1
莱克多巴胺	G6460CA	0.997	0.1-40	102	6	103	7	100	5	0.7	0.2
	G6470AA	0.999	0.2-40	78	16	116	8	99	5	1.3	0.4
	G6495A	0.999	0.1-40	94	11	93	4	95	11	1.0	0.3
磺胺苯甲酰胺	G6460CA	0.998	0.5-40	100	6	87	3	105	4	0.6	0.2
	G6470AA	0.999	1-40	139	23	107	8	98	5	4.4	1.3
	G6495A	1.000	0.1-40	104	4	96	3	115	10	0.4	0.1
睾酮	G6460CA	0.999	1-40	91	11	110	13	111	6	1.0	0.3
	G6470AA	0.999	1-40	62	13	105	13	101	5	0.8	0.2
	G6495A	0.999	0.5-40	112	28	98	5	102	10	2.5	0.8

* 七次重复测定的平均回收率

结论

本文介绍了安捷伦开发的主要针对中国用户的多兽药残留分析工作流程解决方案，用于筛查和定量分析不同动物源性样品中的多兽药残留。该解决方案支持安捷伦多种液相色谱系统和带喷射流技术离子源的串联四级杆质谱系统的自由搭配。我们已经证明，这套从样品前处理到结果分析的完整工作流程解决方案可用于分析大多数类型的动物源性食品样品，具有高灵敏度以及良好的准确度和精密度。该工作流程解决方案能够通过一种方法分析涵盖 32 种不同类别的 180 多种兽药，有助于显著提高样品通量，且不损失数据质量、稳定性和灵敏度。

致谢

作者衷心感谢 Chunxiao Wang（项目主管）、Vivian Xianyu Chen、Jianguo Ji、Zhixu Zhang、Chunye Sun、Jimmy Chan、Jerry Zweigenbaum 和 Thomas Glauner（安捷伦科技公司）作出的贡献。

参考文献

1. Announcement No. 235, issued by the Ministry of Agriculture. *Maximum residue limits in animal derived food samples*. China (2002)
2. L. Zhao, D. Lucas. *牛肝中兽药多残留的 LC/MS/MS 分析*, 安捷伦科技公司应用简报, 出版号 5991-6096CHCN (2015)
3. T. Anumol, J. M. Stevens, J. Zweigenbaum. *Analysis of Veterinary Drugs in Meat with the Agilent 6495 Triple Quadrupole LC/MS (利用 Agilent 6495 三重串联四极杆液质联用系统分析肉类中的兽药)*, 安捷伦科技公司应用简报, 出版号 5991-7895EN (2017)

更多信息

这些数据仅代表典型的结果。有关我们的产品与服务的信息，请访问我们的网站 www.agilent.com。

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

安捷伦对本资料可能存在的错误或由于提供、展示或使用本资料所造成的间接损失不承担任何责任。

本资料中的信息、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，2017
2017 年 5 月 18 日，中国出版
5991-8084CHCN