



## 赛默飞色谱质谱客户解决方案系列

### 食品安全能力建设专项解决方案

# 目录

一、前言 .....	1
1.背景综述 .....	1
2.食品安全标准更新及相关检测仪器配置 .....	1
二、应用方案 .....	4
1. 食品安全 .....	4
1.1 农药残留 .....	4
气相色谱法检测蔬果中有机氯农药残留 .....	4
气相色谱质谱-T-SIM 结合 596 种农残数据库快速建立多农残筛查方法 .....	5
气相色谱串联质谱-Micro-SPE 在线净化反吹技术分析复杂基质中 208 种农药残留 .....	6
GC Orbitrap Exploris PIS 采集模式分析复杂基质中的痕量农药残留 .....	7
离子色谱-串联质谱法检测食品中草甘膦、氨基膦酸 .....	8
液相色谱法检测水质中百枯草和杀草快含量 .....	10
液相色谱法检测水质中苯胺残留 .....	11
液相色谱法检测微囊藻毒素、呋喃丹、甲萘威和莠去津 .....	12
液相色谱串联质谱法测定植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量 .....	13
液相色谱串联质谱同时测定茶叶中 360 种农药残留 .....	15
1.2 兽药残留 .....	16
液相色谱法检测孔雀石绿和结晶紫的残留 .....	16
液相色谱法检测四环素类药物残留 .....	17
液相色谱法检测牛奶中甲砜霉素残留 .....	18
在线 SPE-液相色谱法快速测定牛奶中五种喹诺酮类抗生素的残留 .....	19
液相色谱法检测水产品中甲氧苄啶残留 .....	20
液相色谱法检测牛奶中左旋咪唑残留 .....	21
液相色谱法检测鸡可食性组织中 4,4' - 二硝基均二苯脲残留 .....	22
液相色谱法检测食品中阿维菌素类药物残留 .....	23
液相色谱法检测水产品中甲氧苄啶残留 .....	24
液相色谱法检测动物性食品中常山酮残留 .....	25
液相色谱法检测鸡可食性组织中地克珠利残留 .....	26
液相色谱法检测动物性食品中氮哌酮及其代谢物 .....	27
液相色谱法检测动物性食品中对乙酰氨基酚残留 .....	28
液相色谱串联质谱针对 GB31650 兽药残留分析的完整解决方案 .....	29
液相色谱串联质谱测定动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物的残留量 .....	31
液相色谱串联质谱快速检测食品基质中硝基呋喃类代谢物多残留 .....	33
液相色谱串联质谱针对 18 种 $\beta$ -受体激动剂的检测方法 .....	35
离子色谱串联质谱快速检测动物源食品中 14 种氨基糖苷类抗生素残留 .....	37
1.3 重金属 .....	39
石墨炉原子吸收光谱法测定食用醋及食品添加剂山梨酸钾中 Pb Cd 及 As .....	39
电感耦合等离子体质谱法测定食品和饮料中典型营养元素和有毒元素检测 .....	41
1.4 重金属形态 .....	44

离子色谱-电感耦合等离子体质谱法检测动物源性食品中 As 的形态.....	44
离子色谱-电感耦合等离子体质谱法检测 Hg 的形态.....	46
<b>1.5 二噁英 .....</b>	<b>47</b>
气相色谱串联质谱法检测二噁英 .....	47
基于 DFS 磁质谱检测样品中 17 种二噁英 .....	48
基于 DFS 磁质谱检测食品中二噁英类多氯联苯.....	49
<b>1.6 高氯酸盐 .....</b>	<b>50</b>
离子色谱法/离子色谱串联质谱法检测高氯酸盐.....	50
液相色谱串联质谱法检测饮用水中的高氯酸盐.....	52
<b>1.7 真菌毒素 .....</b>	<b>54</b>
液相色谱串联质谱法快速测定 38 种真菌毒素.....	54
<b>1.8 有机污染物 .....</b>	<b>56</b>
气相色谱串联质谱法同时检测 16 种多环芳烃.....	56
气相色谱串联质谱-全自动在线前处理分析食品中氯丙醇酯和缩水甘油酯 .....	58
气相色谱串联质谱测定食品中的 N-亚硝胺类化合物 .....	60
液相色谱串联质谱法同时检测 17 种全氟化合物 .....	61
<b>1.9 食品接触材料及其制品 .....</b>	<b>63</b>
电感耦合等离子体质谱法检测食品包装用纸种的金属杂质元素 .....	63
液相色谱串联质谱法检测食品接触材料中的全氟类物质 .....	64
气相色谱-高分辨质谱对食品接触材料迁移物质全面表征.....	66
<b>1.10 食品中农药残留、兽药残留高分辨质谱筛查方案.....</b>	<b>68</b>
基于 GC-Orbitrap/MS 的农残靶向和非靶向筛查 .....	68
LC-Orbitrap Exploris 同时定性定量分析食品中农药残留 .....	70
LC-Orbitrap Exploris 超高分辨质谱在兽药筛查中的应用 .....	72
<b>1.11 食品中亚硝酸盐和硝酸盐.....</b>	<b>74</b>
离子色谱法检测食品中亚硝酸盐和硝酸盐 .....	74
<b>1.12 食品中溴酸盐.....</b>	<b>77</b>
离子色谱法检测食品中溴酸盐 .....	77
<b>1.13 食品中氰化物.....</b>	<b>79</b>
离子色谱法检测食品中氰化物 .....	79
<b>1.14 食品中溶剂残留.....</b>	<b>80</b>
气相色谱法检测食品中溶剂残留 .....	80
<b>2. 食品营养 .....</b>	<b>81</b>
<b>2.1 矿物质营养元素 .....</b>	<b>81</b>
电感耦合等离子体发射光谱法测定蔬菜中 16 种元素含量.....	81
火焰原子吸收法检测食品中必需和微量矿物质营养元素 .....	83
<b>2.2 维生素 .....</b>	<b>85</b>
液相色谱法同时检测 9 种水溶性维生素 .....	85
在线固相萃取联用二维液相色谱测定食品中维生素 A、D、E 及异构体含量 .....	87
液相色谱法检测食品中维生素 B6 .....	89
在线柱切换-反相液相色谱法测定食品中维生素 D 的含量 .....	90
<b>2.3 蛋白 .....</b>	<b>92</b>
液相色谱应用于氨基酸在线柱前衍生和 CAD 非衍生化分析 .....	92

Vanquish Access 液相色谱系统用于胶原蛋白肽分子量分布的测定 .....	93
<b>2.4 脂肪酸/反式脂肪酸.....</b>	<b>94</b>
气相色谱法检测婴幼儿食品和乳品中脂肪酸.....	94
气相色谱测定婴配中 1,3- 二油酸-2-棕榈酸甘油三酯和棕榈酸甘油三酯 (OPO) ..	96
<b>2.5 食品中多糖类营养强化剂.....</b>	<b>97</b>
离子色谱法测定食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖和乳糖.....	97
离子色谱法检测食品中低聚半乳糖和葡萄糖.....	99
液相色谱-电雾式检测器 (CAD) 测定母乳低聚糖 (HMOs) 中乳糖-N- 新四糖 ..	101
液相色谱串联质谱测定婴幼儿配方奶粉中 7 种母乳低聚糖 (HMOs) ..	102
<b>3. 食品添加剂.....</b>	<b>103</b>
<b>3.1 食品中防腐剂的检测 .....</b>	<b>103</b>
液相色谱法检测苯甲酸、山梨酸、水杨酸和对羟基苯甲酸酯类防腐剂.....	103
液相色谱法检测食品中防腐抑菌剂-脱氢乙酸.....	104
气相色谱法检测食品中苯甲酸类防腐剂 .....	105
<b>3.2 食品中抗氧化剂的检测 .....</b>	<b>106</b>
液相色谱法快速分析食用油中的九种抗氧化剂.....	106
气相色谱法检测食品中 9 种抗氧化剂 .....	107
<b>3.3 食品中甜味剂的检测 .....</b>	<b>108</b>
液相色谱-电雾式检测器 (CAD) 同时检测多种甜菊糖苷类甜味剂 .....	108
液相色谱串联质谱测定食品中甜味剂.....	109
<b>3.4 食品中着色剂的检测 .....</b>	<b>110</b>
液相色谱法检测食品中合成色素 .....	110
<b>4. 食品风味分析.....</b>	<b>111</b>
GC-Orbitrap/MS 分析烤肉中的挥发性香气成分 .....	111
HS-SPME-气相色谱质谱结合多元统计鉴定四川浓香型菜籽油特征香气化合物 ....	112
全二维气相色谱- 静电场轨道阱高分辨质谱联用分析白酒中的挥发性特征组分 .....	113
<b>5. 食品掺假和溯源.....</b>	<b>114</b>
LC-Orbitrap 液质高分辨在非标记蛋白定量方法在掺假肉鉴别中的应用.....	114
GC-Orbitrap/MS 用于食品化学轮廓描绘和示差分析.....	115
采用气相色谱质谱测定痕量 3-MPD 以鉴别葡萄酒掺假 .....	116

# 一、前言

## 1.背景综述

食品安全关乎人民群众身体健和生命安全，是重大民生问题。习近平总书记提出“用最严谨的标准、最严格的监管、最严厉的处罚、最严肃的问责，确保广大人民群众‘舌尖上的安全’”。由国家卫健委发布的《食品安全标准与监测评估“十四五”规划》中提出了：发挥数字技术引领创新作用，统筹推进食品安全标准与监测评估、营养健康管理信息化建设；市场监管总局也明确要求各监管实验室建立信息化管理机制，从业务流程、产品生产、质量管控等多方面进行数据采集，以系统、全面的数据链服务政府监管和自身追溯体系建设。这要求相关实验室具有：“过程记录自动化、信息保存痕迹化、结果追溯证据化”的能力，需要具有信息化智能化建设方面的系统设备和技术。针对近两年广受关注的预制菜领域；预制菜国家标准征求意见稿中明确要求：加强预制菜食品安全监管；严格食品添加剂使用，不得使用防腐剂；组织开展预制菜监督抽检和风险监测。

更为严格的食品安全监管政策和标准的推出，为食品安全监管部门的技术水平和数字化信息化管理提出了新的挑战；监管部门需要持续探索提升技术支撑能力的新路径。

## 2.食品安全标准更新及相关检测仪器配置

国家卫生健康委同国家市场监督管理总局 2025 年 3 月 27 日发布了 50 项食品安全国家标准和 9 项标准修改单，这些标准主要聚焦民生关切和产业发展需求，标准之间相互衔接，协同管控食品安全风险。截至目前，我国已累计发布食品安全国家标准 1660 项，包含 2 万多项指标，涵盖全部 340 余种食品类别，标准体系中通用标准、产品标准、生产经营过程规范、检验方法四大类标准相互衔接，协同管控食品安全风险，覆盖从农田到餐桌全链条，规范从过程到产品各环节，保护从一般到特殊全人群。

与食品质量安全相关的具体规定有：污染物限量应符合 GB2762 的规定；农药残留限量应符合 GB2763 和 GB2763.1 的相关规定；兽药残留量应符合国家有关规定和公告；我国兽药残留量相关的规定和公告主要有 GB31650-2019，农业部 250 号公告等；真菌毒素限量应符合 GB2761 的规定；2024 年 3 月 21 发布的预制菜通知明确要求：禁止添加防腐剂并限制添加剂的使用量；确保食品安全以及矿物质、维生素等营养成分充分留存；食品添加剂应符合 GB2760-2024 的标准，该标准于 2025 年 2 月 8 日正式实施；规定了食品添加剂的使用原则、允许使用的食品添加剂品种、使用范围及最大使用量或残留量；脱氢乙酸及其钠盐在多种食品中被禁止使用；2025 年 3 月 27 日发布的《预包装食品标签通则》和《预包装食品营养标签通则》新规对食品标签的多项标示提出更高要求，设置 2 年过渡期，将于 2027 年 3 月 16 日正式实施。

近几年新发布的针对《食品添加剂使用标准》（GB 2760）、《食品中污染物限量》（GB 2762）、《预包装食品中致病菌限量》（GB 29921）、《特殊医学用途婴儿配方食品通则》（GB 25596）、《发酵乳》（GB 19302）等标准的配套检验方法扩大了检测范围，优化了检测步骤，增加了检测手段，提高了适用性和操作性，进一步完善了检验方法标准体系，为食品安全监督管理提供科学支撑。

针对食品安全及营养等相关应用方向及检测 ( GB/NY/SN/BJ ) 等标准要求, 可参考的赛默飞仪器配置如下:

应用方向	主要要求	推荐仪器
食品安全	食品中多农药残留检测	1. GC(TRACE 1600+ECD/FID/FPD+AI/AS1610) 2. GC-MS(ISQ7610-STNOVPI ) 3. GC-MSMS(TSQ9610-MTNOVPI) 4. LC(常规 VC+DAD+FLD+柱后衍生;超高效 VF+DAD+FLD+柱后衍生) 5. IC (Inuvion with RFIC) 6. LC-MSMS(TSQ Altis Plus/Quantis Plus) 7. IC-MSMS
	食品中多兽药残留检测	1. LC(常规 VC+DAD+FLD) 2. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus) 3. IC-MSMS
	食品中重金属及元素形态分析检测	1. AAS(ICE 3500) 2. ICP-MS& ICP-MS/MS (iCAP MSX-300 / iCAP MTX-700 ) 3. ICP-OES(iCAP PRO X Duo) 4. IC(LC)-ICP-MS
	食品中无机污染物检测	1. IC (Inuvion with RFIC/ICS6000)
	食品中有机污染物检测	1. GC-MSMS(TSQ9610-NOVPI-AEI) 2. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus)
	食品中真菌毒素检测	1. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus)
	食品接触材料检测	1. GC-MS(ISQ7610-STNOVPI ) 2. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus) 3. ICP-OES(iCAP PRO X Duo) 4. ICP-MS(iCAP MSX-300) 5. IC (Inuvion with RFIC/ICS6000) 6. LC(常规 VC+DAD+FLD;超高效 VF+DAD+FLD)
	食品中农兽残 污染物筛查	1. Tri Plus RSH SMART- GC-Orbitrap Exploris 2. LC-Orbitrap Exploris
食品营养	食品中溶剂残留的检测	1. GC(TRACE 1600 +FID+AI/Triplus500 HS) 2. GC-MS(ISQ7610-STNOVPI )
	食品中 二噁英检测	1. GC-MSMS(TSQ9610-NOVPI-AEI) 2. DFS
食品营养	食品中矿物质元素测定	1. AAS(Ice3500) 2. ICP-MS& ICP-MS/MS (iCAP MSX-300 / iCAP MTX-700 ) 3. ICP-OES(iCAP PRO X Duo)

	食品中维生素、蛋白质、脂肪酸等检测	1. LC(常规 VC+DAD+FLD; 超高效 VF+DAD+FLD; VA) 2. GC(TRACE 1600 +FID +AI/AS 1610)
	食品中胆碱、糖类物质检测	1. IC(Inuvion& ICS6000) 2. IC-MSMS 3. LC(VC+CAD) 4. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus)
食品添加剂	食品中防腐剂的检测	1. LC(常规 VC+UV;超高效 VF+DAD) 2. GC(TRACE 1600+FID)
	食品中抗氧化剂的检测	1. LC(常规 VC+DAD;超高效 VF+VWD) 2. GC(TRACE 1600+FID) 3. GC-MS(ISQ7610-STNOVPI ) 4. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus)
	食品中甜味剂的检测	1. LC(常规 VC+DAD+CAD) 2. LC-MSMS(Altis Plus/Quantis Plus)
	食品中着色剂的检测	1. LC(常规 VC+UV+DAD )
食品风味分析	食品中不同香型化合物的分析	1. GC-MS(ISQ7610-STNOVPI ) 2. GC-MSMS(TSQ9610-MTNOVPI) 3. GC-Orbitrap Exploris
食品掺假和溯源	食品掺假鉴别分析	1. GC-Orbitrap Exploris 2. LC-Orbitrap Exploris 3. GC-MSMS(TSQ9610-MTNOVPI)
	食品产地鉴别	1. GC-Orbitrap Exploris 2. LC-Orbitrap Exploris

赛默飞为食品安全提供全流程的符合标准以及更优化的解决方案，从常规检测到食品安全抽检，从工厂及源头的质量控制，产品检验，标签检验，到科学的研究，风险预警，提供全面先进的技术保障。

## 二、应用方案

### 1. 食品安全

#### 1.1 农药残留

##### 气相色谱法检测蔬果中有机氯农药残留

NY/T 761—2008 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定 第2部分 蔬菜和水果中有机氯类、拟除虫菊酯类农药多残留的测定

采用超声提取结合固相萃取法对固体样品进行提取净化，提取液经过浓缩后，可采用 TRACE 1300 系列气相色谱仪和电子捕获检测器进行检测。结果显示，该方法操作简单，重复性好，具有较好的回收率，能满足蔬果中有机氯农药残留的同时快速检测要求。

配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1300 气相色谱，配置如下： TRACE1310 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，ECD 检测器
耗材配置	Trace GOLD TG-5MS (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm; PN: 26096-1420)
外围设备	超声仪；SPE 净化仪
方案优势	1. 采用 Chromeleon7 软件进行数据采集和数据处理，方便快捷。 2. 该方法前处理过程简单，检测灵敏度高。 3. 采用 GC-ECD 对食品中有机氯类农药残留进行分析检测，满足农残 NY/T 761-2008 和 GB/T 5009.19-2008 标准中对有机氯检测的要求。

参考谱图（数据）：

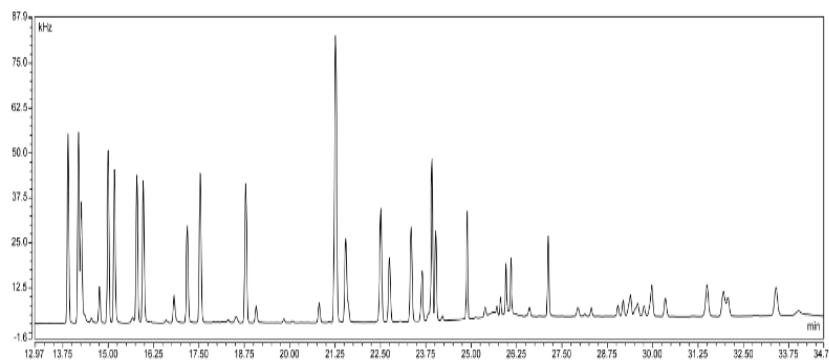


图 2-2 标准溶液谱图

( 1-a-BHC;2- 六氯苯;3- 氯硝胺;4- 西玛津;5- 莖去津;6- b-BHC; 7-r-BHC;8-五氯硝基苯;9- d-BHC;10-百菌清;11-敌稗 II;12- 乙烯菌核利;13- 七氯;14-艾氏剂;15- 腐霉利;16-pp-DDE;17-硫丹;18- 丁草胺;19- 狄氏剂;20- op-DDD;21-乙酯杀螨醇;22- 异狄氏剂;23-三氯杀螨醇;24-pp-DDD;25-op-DDT;26-pp-DDT;27-异菌脲;28-胺菊酯;29-联苯菊酯;30-甲氰菊酯;31-高效氯氟氰菊酯;32-氯菊酯;33-氟氯氰菊酯;34-氯氰菊酯;35-氟氰戊菊酯;36-氟戊菊酯;37-氟胺氰菊酯;38-溴氰菊酯 )

参考资料：

[1] AN\_C\_GC-16-固相萃取- 气相色谱法测定果蔬中的有机氯和拟除虫菊酯类农药残留

## 气相色谱质谱-T-SIM 结合 596 种农残数据库快速建立多农残筛查方法

利用农药的单四极杆质谱扫描的数据库，库中包含 596 种农药的名称、保留时间、定量离子、定性离子等信息，并结合独特的 T-SIM 功能快速建立用户所需要的多农残分析的仪器采集方法和数据处理方法，解决了建立多农残监控 SIM 方法中繁琐的分组时间确定问题，简化了多农残 SIM 方法建立过程中的离子输入。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口, ISQ 7610 单四极杆质谱仪 AS1610 液体自动进样器
耗材配置	TG-5SilMS ( 30m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26096-1420 )
方案优势	1. 在没有标准品的情况下也可对未知样品的农药残留进行筛查 2. 该数据库用于实际样品测定效果良好，可行性 3. 依托此数据库，无需用户自行进标准品确定保留时间，也无需自行对分析物保留时间、选择离子等进行设定 4. 独特的 T-SIM 扫描功能，仪器方法与处理方法的建立更为简单快捷

### 参考谱图（数据）：

检测化合物名称、定量离子、检出限、回收率和精密度

农药名称	定量离子	保留时间	方法检出限 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	准确度及精密度			
				添加 $10\mu\text{g}/\text{kg}$		添加 $50\mu\text{g}/\text{kg}$	
				回收率 (%)	RSD(%)	回收率 (%)	RSD(%)
Methamidophos	94.00	8.00	5.0	87.0	8.7	88.6	3.5
Dichlorvos	109.00	8.09	5.0	91.9	6.5	90.1	6.2
Mevinphos	127.00	9.29	5.0	89.0	6.9	90.7	9.5
Acephate	136.00	9.35	5.0	87.1	4.9	85.4	8.6
Omethoate	156.00	10.59	5.0	90.6	3.3	79.5	7.0
Ethoprophos	158.00	10.98	5.0	80.9	3.0	90.6	7.1
Dicrotophos	127.00	11.16	5.0	85.9	6.9	85.5	5.9
Naled	109.00	11.19	5.0	92.8	7.6	85.9	4.7
Sulfotep	322.00	11.29	5.0	97.6	7.7	91.4	4.7
Monocrotophos	127.00	11.33	5.0	90.8	8.7	92.9	5.8
Phorate	75.00	11.54	5.0	87.3	8.1	93.8	5.2
Dimethoate	87.00	11.86	5.0	84.9	2.9	85.9	5.6
Terbufos	231.00	12.38	5.0	97.0	8.9	83.6	7.2
Diazinon	179.00	12.50	5.0	92.2	3.2	82.9	1.9

图 2-1 部分农残方法学数据

### 参考资料：

[1] Application Notes\_C-GCMS-2014-008: T-SIM 功能结合 596 种农残数据库快速建立多农残筛查方法

## 气相色谱串联质谱-Micro-SPE 在线净化反吹技术分析复杂基质中 208 种农药残留

GB23200.113-2018 食品安全国家标准 植物源性食品中 208 种农药及其代谢物残留量的测定 气相色谱-质谱联用法

参考 GB23200.113-2018 方法, 样品在 QuEChERS 提取步骤后引入全自动 Micro-SPE 在线净化技术, 通过 RSH 自动进样器进行上样、净化、收集洗脱液、添加内标和进样, 真正实现高效前处理。此外采用配有反吹进样口模块的 TSQ 9610 NVAEI 三重四极杆气质联用仪, 在 30 min 内分析食品中 208 种农药。进样后 5min 开启反吹将重基质迅速反吹并排空, 杜绝重基质对下次进样的影响, 同时避免重基质对离子源污染, 降低维护频次, 从而实现高通量分析。

**配置建议及优势:**

仪器配置	TRACE 1600 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 TSQ 9610 GCMSMS 系统配 SSL 反吹进样口 Triplus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-5SILMS ( 15 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26096-1300 ) *2
方案优势	1. TSQ9610 AEI 源的高灵敏度, 轻松获得超痕量农残的检出 2. 全新一代柱中反吹技术, 有效降低基质污染, 提高系统稳定性 3. RSH Micro-SPE 全自动净化单元简化前处理步骤, 实现高通量在线净化

**参考谱图 (数据):**

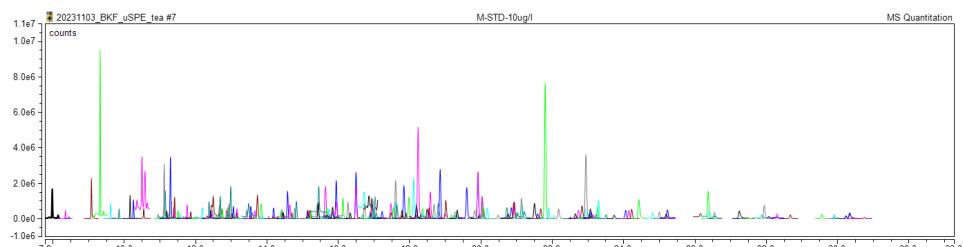


图 2-2 茶叶基质 208 种农残加标提取离子流图 (10 μg/L)

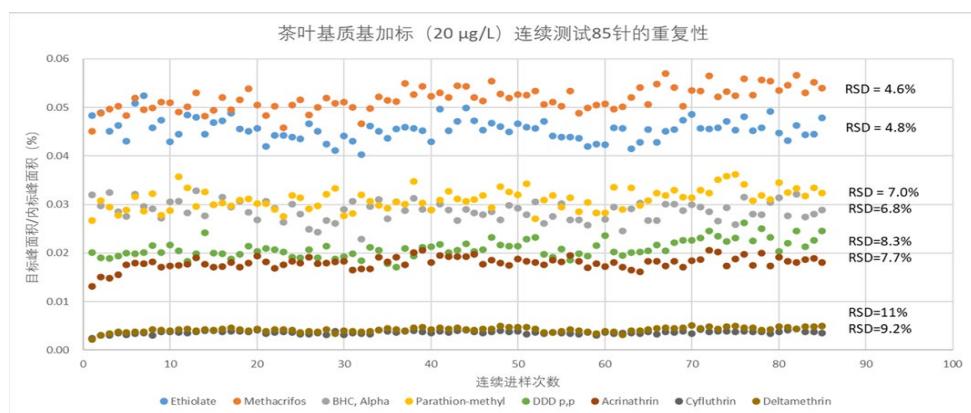


图 2-3 茶叶基质加标连续 85 针进样重复性测试

**参考资料:**

[1] AN\_24008\_GCMS: Micro-SPE 在线净化结合反吹技术分析复杂基质中 208 种农药残留

## GC Orbitrap Exploris PIS 采集模式分析复杂基质中的痕量农药残留

QuEChERS 处理后韭菜作为基质溶液, 选取了 18 种常见的有机磷农药, 有机氯农药组分, 对 Orbitrap Exploris GC 的定量能力进行考察。

### 配置建议及优势:

仪器配置	TRACE 1600 GC 气相色谱仪 Orbitrap Exploris GC 静电场轨道阱高分辨气质联用仪 RSH SMART 多功能自动进样器 mzVault2.3 谱库建立软件
耗材配置	TG-5SILMS 30 m*0.25 mm*0.25 ~m P/N: 26096-1420
方案优势	1. GC-Orbitrap/MS 在面对复杂基质定量分析时, 采用 Product Ion Scan 模式可以有效提升检测方法的选择性及灵敏度 2. 对 18 种农药进行了 Full Scan 和 Product Ion Scan 采集模式下的比较, Product Ion Scan 模式的检测下限可达 0.1ng/mL, 远优于 Full Scan 模式, 且有更好的选择性及峰形。

### 参考谱图 (数据):

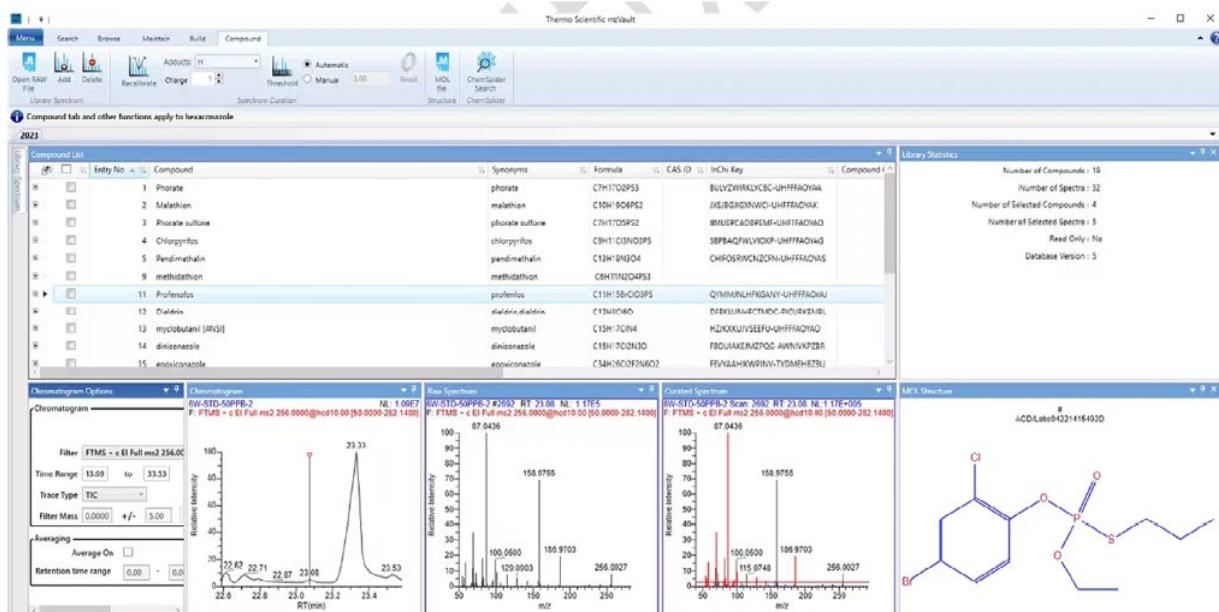


图 1 mzVault 软件建立 18 种农药的 Database

### 参考资料:

[1] AN\_24018\_GCMS: 使用 Orbitrap Exploris GC PIS 采集模式分析复杂基质中的痕量农药残留

## 离子色谱-串联质谱法检测食品中草甘膦、氯甲基膦酸

NY/T 1096-2006 食品中草甘膦残留量测定

SN/T 4655-2016 出口食品中草甘膦及其代谢物残留量的测定方法 液相色谱-质谱/质谱法

GB/T 23750-2009 植物性产品中草甘膦残留量的测定 气相色谱-质谱法

试样采用相应的方法提取和净化，经沉淀蛋白质、除去脂肪后，以氢氧化钾溶液为淋洗液，阴离子交换柱分离，电导检测器进行检测。针对复杂样品分析可采用离子色谱串联质谱，抑制器将强碱性淋洗液转化为纯水，可大大降低质谱的基线噪音，从而获得更高的分析灵敏度。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Inuvion-RFIC 离子色谱，配置如下： Inuvion-RFIC, AS-DV 自动进样器，可选配 TSQ 质谱仪
耗材配置	AS19 分析柱，4 × 250 mm, (P/N 062885) AG19 保护柱，4 × 50 mm, (P/N 062887) ADRS600(4mm)抑制器，(P/N 088666W2Y) EGC 500 KOH, (PN:075778) CR-ATC 600, (PN:088662)
方案优势	1. IonPac AS19 阴离子色谱柱可分析食品中草甘膦，目标物及与常规离子之间分离度良好，无相互干扰，色谱柱耐用性好。 2. 采用 Inuvion-RFIC，测定食品中草甘膦，方法抗干扰能力强，稳定性好，具有高的灵敏度、检出限，能够满足食品中草甘膦的检测需求。 3. 针对一些复杂样品可选配 TSQ 质谱仪，相比于气相质谱仪无需衍生前处理，对强极性离子分离效果于液相质谱仪，可获得更高灵敏度，满足 SN/T 4655-2016 标准中对草甘膦的检测要求。

### 参考谱图（数据）：

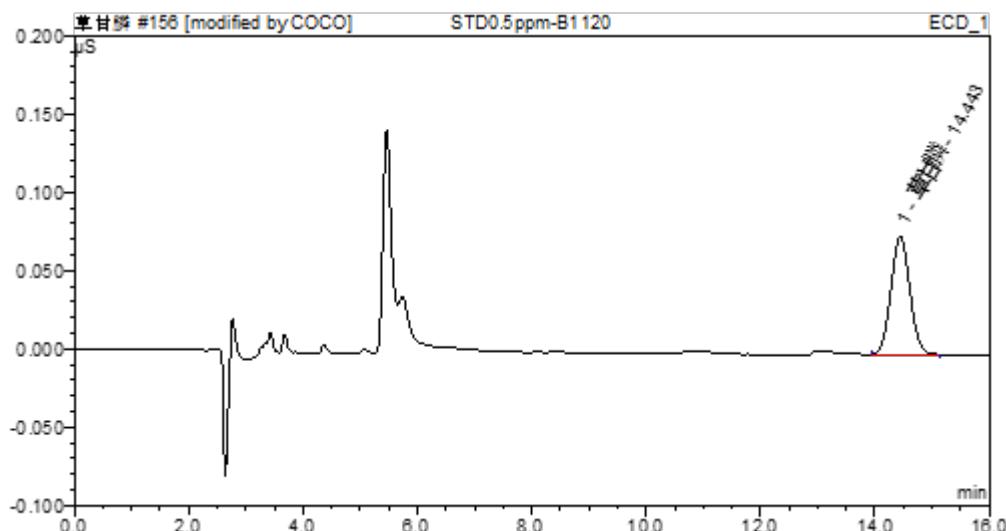


图 2.1-1 草甘膦标准溶液谱图

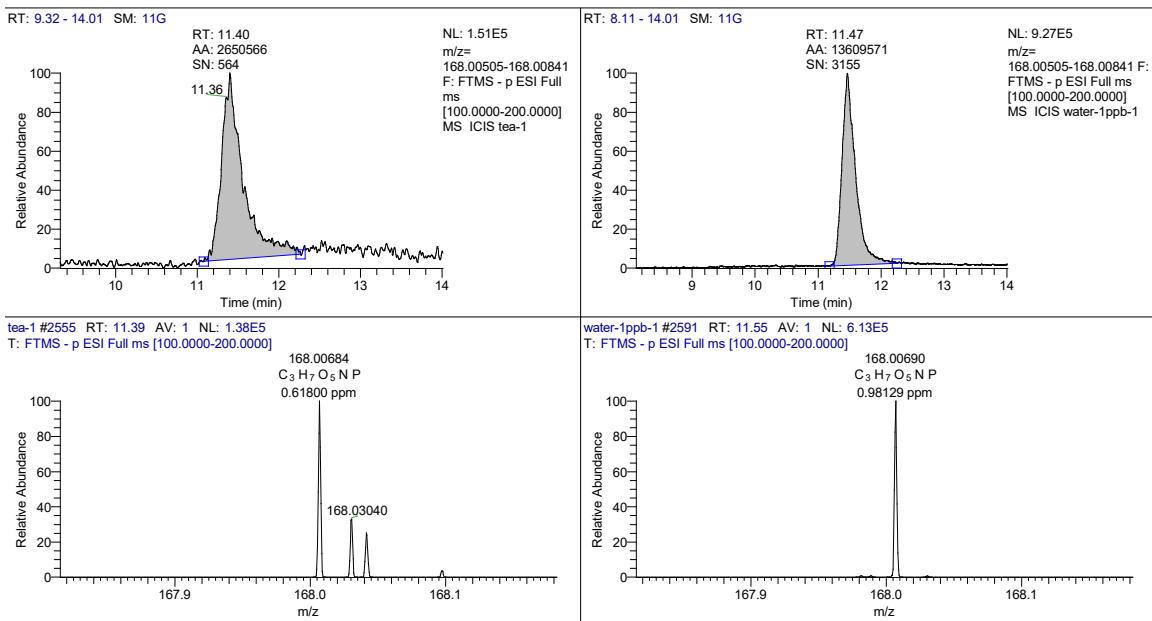


图 2.1-2 茶叶样品中草甘膦质谱图

### 参考资料:

- [1] 林森煜,黄嘉乐,李秀英等.离子色谱法测定食品中草铵膦、草甘膦和氨基甲基膦酸的残留[J].食品安全质量检测学报.2016,,7(5):1887-1894.
- [2] Lucia Pareja, Florencia Jes'sus, Horacio Heinzen. *Evaluation of glyphosate and AMPA in honey by water extraction followed by ion chromatography mass spectrometry A pilot monitoring study*[J]. *Analytical Methods*,2019(11):2123-2128.
- [3] 杜利君,花锦,赵悠悠等.分散固相萃取 - 离子色谱质谱法测定水果和蔬菜中的草甘膦残留量[J].分析试验室,2017,36(11):1277-1280.

## 液相色谱法检测水质中百草枯和杀草快含量

HJ 914-2017 水质 百草枯和杀草快的测定 固相萃取-高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的百草枯和杀草快进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出水质中百草枯和杀草快的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，VWD-3100 检测器 WPS-3000 自动进样器，TCC-3000 柱温箱
耗材配置	Synchronis Hilic ( 4.6 × 250 mm × 5 μm, PN:97505-254630 )
外围设备	无
方案优势	操作简单，简化步骤，优化标准方法，缩短分析时间 采用 U3000-VWD，对样品中的百草枯和杀草快进行分析检测。满足 HJ 914-2017 标准中对百草枯和杀草快检测的要求。 能够满足样品的百草枯和杀草快的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

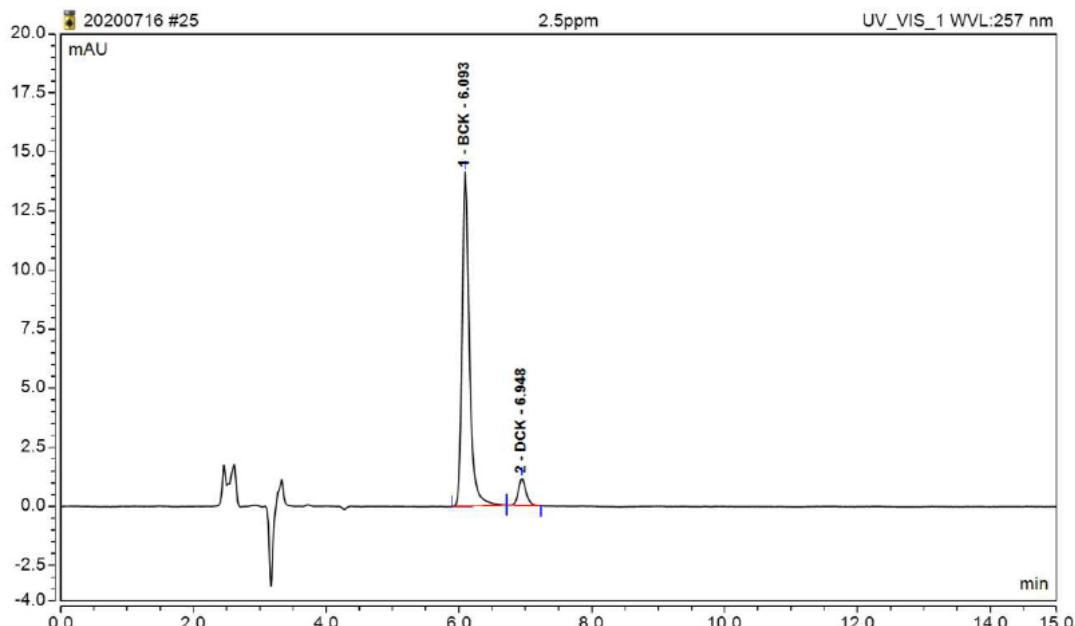


图 1-1 标准品谱图

( 1-百草枯;2-杀草快 )

### 参考资料：

[1] Application Experiment 2020-APP-LC-065: 水质 百草枯和杀草快的测试报告

## 液相色谱法检测水质中联苯胺残留

HJ 1017-2019 水质 联苯胺的测定 高效液相色谱法

结合新标准，采用液相色谱法对水质中的联苯胺残留量进行分析检测。整个方法仪器精密度好，能够快捷有效检测出水质中的联苯胺残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，FLD-3400RS 检测器 WPS-3000 自动进样器，TCC-3000 柱温箱
耗材配置	ZORBAX Eclipse Plus C18, 120A ( 250 × 4.6 mm, 5 $\mu$ m , P/N:959990-902 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，优化标准方法。 2. 采用 U3000-FLD，对水质中的联苯胺残留量进行分析检测。满足 HJ 1017-2019 标准中对联苯胺检测的要求。 3. 能够满足水质中的联苯胺残留量的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

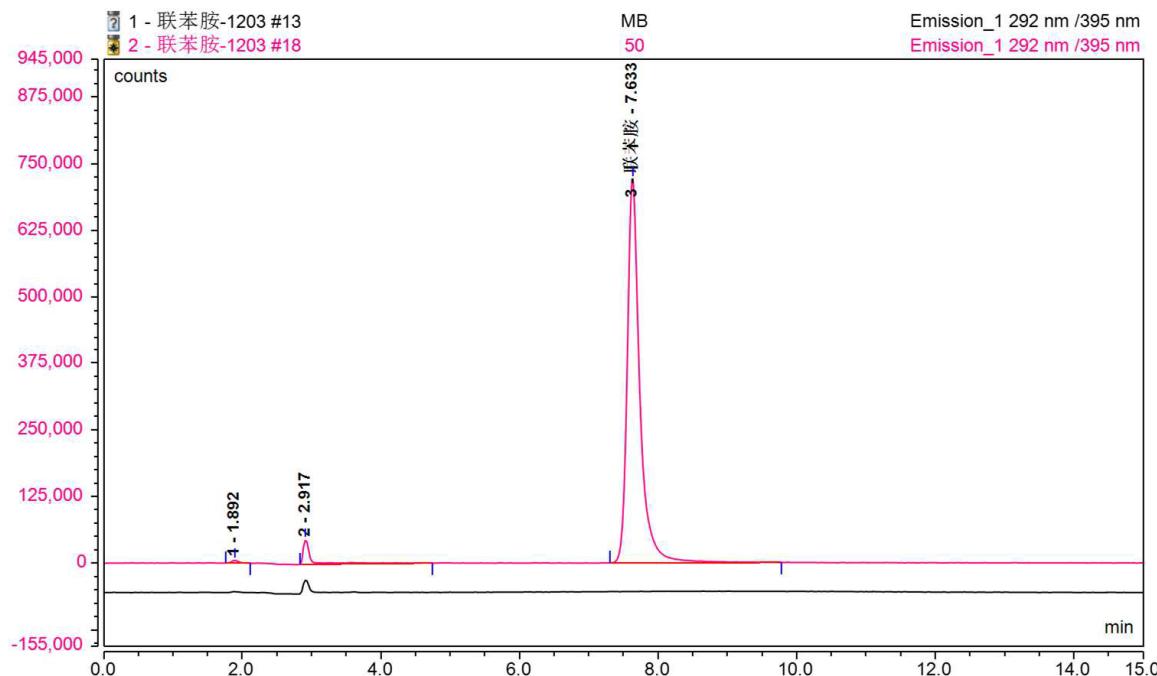


图 1-3 溶剂空白与 50  $\mu$ g/L 联苯胺标准品溶液叠图

### 参考资料：

[1] Application Note 21001\_HPLC: 赛默飞 Ultimate 3000 液相分析水中痕量甲基苯丙胺（一）

## 液相色谱法检测微囊藻毒素、呋喃丹、甲萘威和莠去津

GB 5749-2022 生活饮用水卫生标准

采用双三元固相萃取技术对水中微囊藻毒素-LR、呋喃丹、甲萘威和莠去津进行了检测。使用双三元液相色谱系统，可以实现样品自动化在线富集，浓缩。整个方法前处理操作简单易行，分析效率高，可极大的缩短样品前处理时间。仪器灵敏度高，精密度好，试验成本低。能够应用于同时检测生活饮用水中微囊藻毒素-LR、呋喃丹、甲萘威和莠去津。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DPG-3600SD 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000SL 自动进样器，TCC-3200 柱温箱
耗材配置	Acclaim Polar Advantage , ( 150 × 3 mm, 3 $\mu$ m , P/N:063705 ) Acclaim Polar Advantage , ( 30 × 3 mm, 3 $\mu$ m , P/N: 066276 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对微囊藻毒素-LR、呋喃丹、甲萘威和莠去津进行检测，方法线性和重复性较好，达到了国家饮用水安全标准的检测要求。 3. 提供超高灵敏度、极低定量限，能够满足微囊藻毒素-LR、呋喃丹、甲萘威和莠去津的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

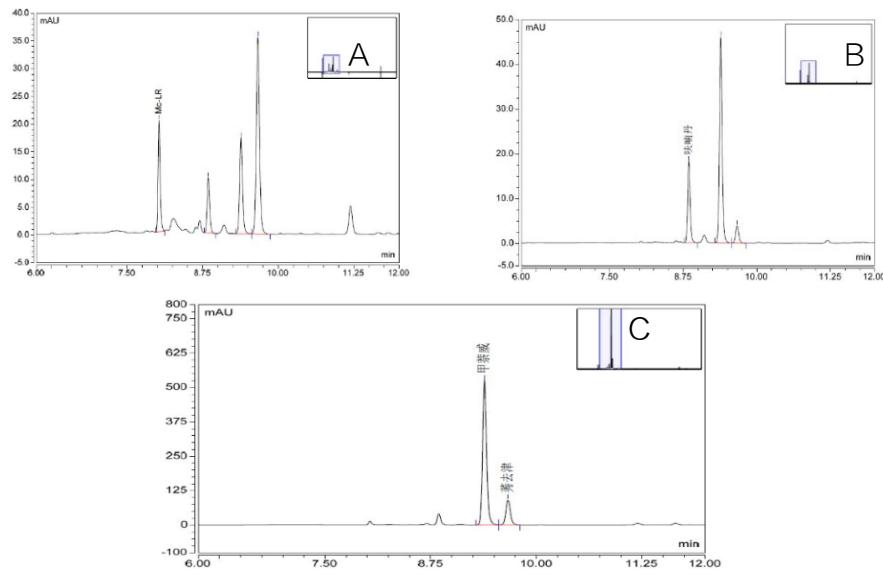


图 1-16 不同波长下混标色谱图 ( A 为 238nm; B 为 280nm; C 为 220nm )

( 1-微囊藻毒素-LR;2-呋喃丹;3-甲萘威;4-莠去津 )

### 参考资料：

[1] Application Experiment 2012-APP-LC-060: 供排水微囊藻毒素、呋喃丹、甲萘威和莠去津的测定

## 液相色谱串联质谱法测定植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量

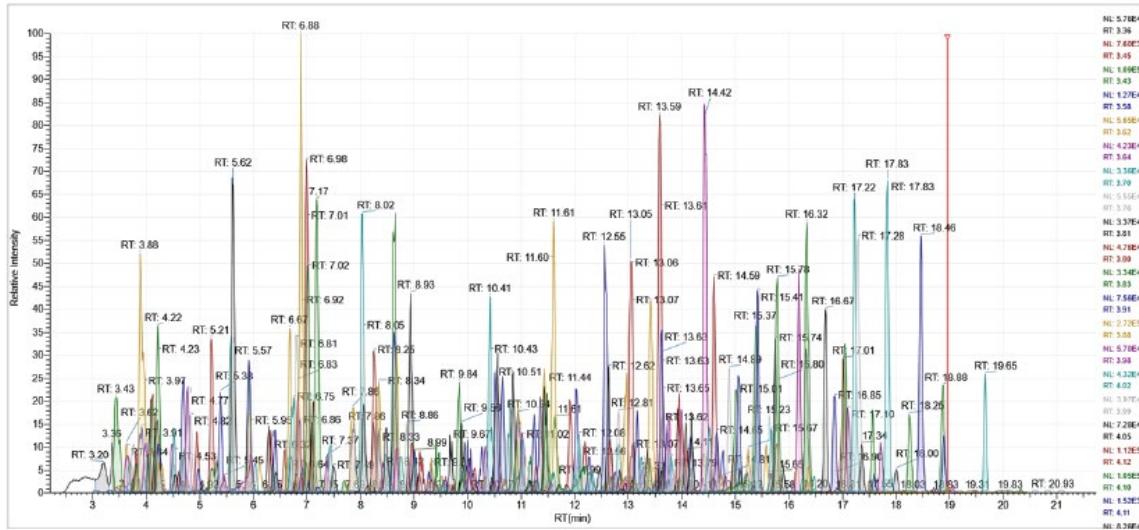
GB23200.121-2021/2022 食品安全国家标准 植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量的测定 液相色谱—质谱联用法

应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪, 采用 QuEChERS 前处理方法对植物源性食品进行农药残留测定, 建立了对农药残留进行快速分析的检测方法及完整方法包。该方法包内容丰富实用, 集合了数据库, 仪器方法, 定量方法和报告模版等文件, 拿来即用, 快速高效。采用正负数据同时采集的方法同时测定 375 种农药, 所有化合物在 2.5–100ng/mL 范围内呈良好线性关系。使用黄瓜、番茄、芸豆、玉米粉和红茶等基质样品进行分析, 灵敏度和重现性结果良好, 可用于果蔬、谷物以及茶叶等植物源性食品中多农残检测。

### 配置建议及优势:

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Acclaim RSLC 120 C18 150x2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 071399 )
外围设备	无
方案优势	1. 前处理简单, 使用 QuEChERS 提取盐包和净化盐包, 可以快速完成多种植物源性食品的前处理; 2. 方法通量高, 在 20min 的分析梯度中同时检测 375 种农药; 3. 方法包内容丰富实用, 集合了数据库, 仪器方法, 定量方法和报告模版等文件, 拿来即用, 快速高效。

### 参考谱图 (数据) :



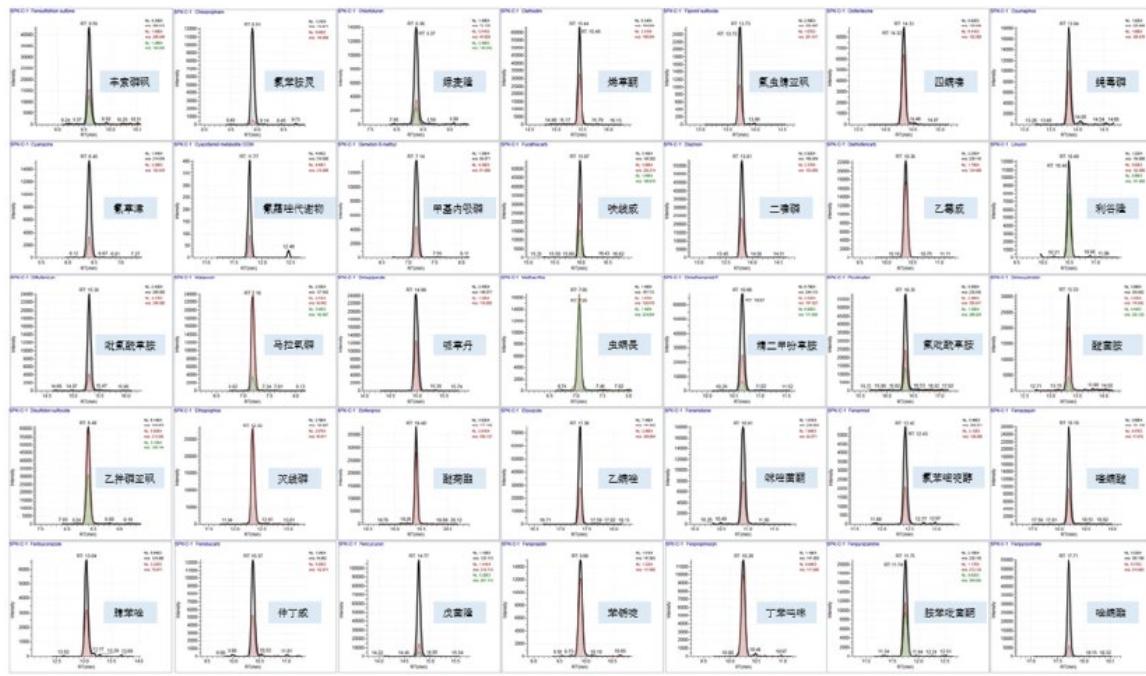


图 2. 基质曲线 5.0 ng/mL 浓度下部分化合物的定量定性离子叠图

## 参考资料：

[1] AN\_21030\_LSMS: 赛默飞全面应对 GB 23200.121-2021-植物源性食品中 331 种农药及其代谢物残留量的测定 液相色谱-质谱联用法的完整解决方案

## 液相色谱串联质谱同时测定茶叶中 360 种农药残留

基于赛默飞液相色谱串联三重四极杆质谱 TSQ Altis 平台，建立了针对茶叶中 360 种农药的超高效液相色谱串联三重四极杆质谱分析方法。结果表明：在基质标曲条件下，360 种农药在 0.5–20ng/mL 范围内的线性相关系数均大于 0.99；在 1.0ng/mL 添加水平下连续进样 100 针，考查了 TSQ Altis 对 360 种农药的长期稳定性。采用该方法对茶叶基质样品进行分析，灵敏度和重现性结果良好，适用于茶叶等植物源性食品中农药残留的检测。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish 超高效液相色谱仪 TSQ Altis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	AcclaimTM RSLC 120 C18, 2.1x150mm, 2.2m (P/N 071399)
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>前处理简单，使用 QuEChERS 提取盐包和净化盐包，可以快速完成多种植物源性食品的前处理；</li><li>在 TSQ Altis 上一针进样，正负模式同时采集，可在 20min 内轻松实现对样品中 360 种农药的筛查和确证；</li><li>基于 TraceFinder 软件强大的农药残留方法包 (CDB) 功能，可快速建立茶叶基质中多农残的定量筛查方法。</li></ol>

### 参考谱图（数据）：

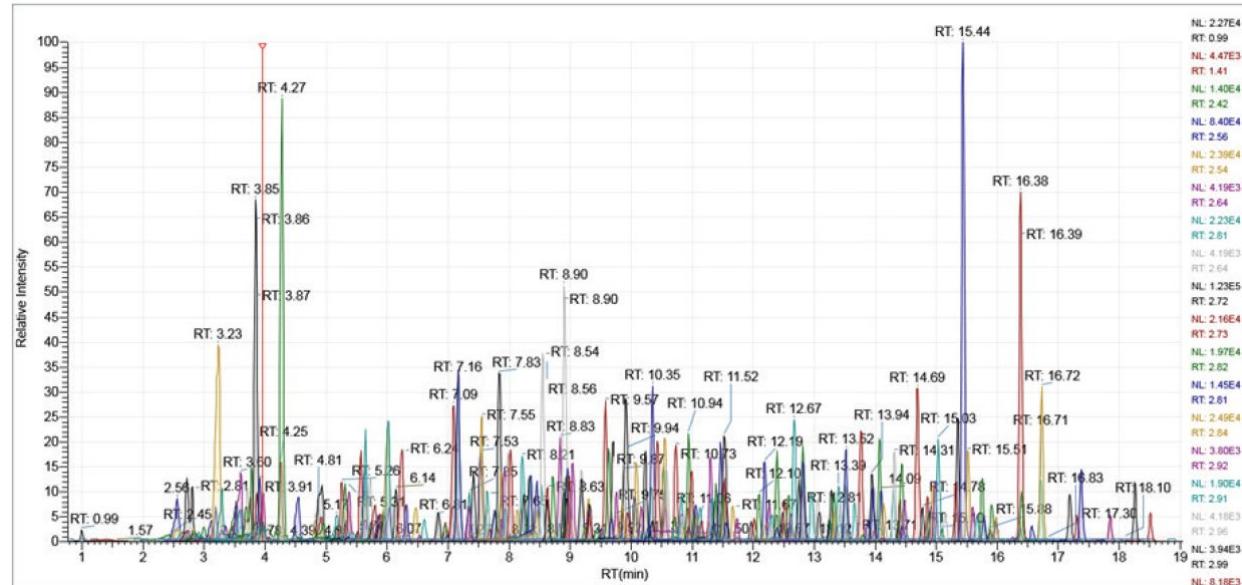


图 3 茶叶基质中 360 种农药的 TIC 叠加图 (1.0ng/mL)

### 参考资料：

[1] AN\_20040\_LSMS: 全新一代三重四极杆 TSQ Altis 同时测定茶叶中 360 种农药残留

## 1.2 兽药残留

### 液相色谱法检测孔雀石绿和结晶紫的残留

GB/T 19857-2005 水产品中孔雀石绿和结晶紫残留量的测定

SCT 3021-2004 水产品中孔雀石绿残留量的测定 液相色谱法

优化国标前处理方法，使用无明显毒性试剂，经萃取离心、旋转蒸发仪浓缩后，采用液相色谱法对样品中的孔雀石绿和结晶紫进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出水产品中孔雀石绿和结晶紫的残留量。

**配置建议及优势：**

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400M/LPG-3400SDN 泵，VWD-3400/VWD-3100 检测器 WPS 3000TSL 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim C18 ( 4.6 × 250 mm × 5 μm, PN:059149 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-VWD，对水产品中孔雀石绿和结晶紫进行分析检测。满足 GB/T 19857-2005、SCT 3021-2004 标准中对孔雀石绿和结晶紫检测的要求。 3. 提供超高灵敏度、极低检出限，能够满足水产品中孔雀石绿和结晶紫的检测需求。

**参考谱图（数据）：**

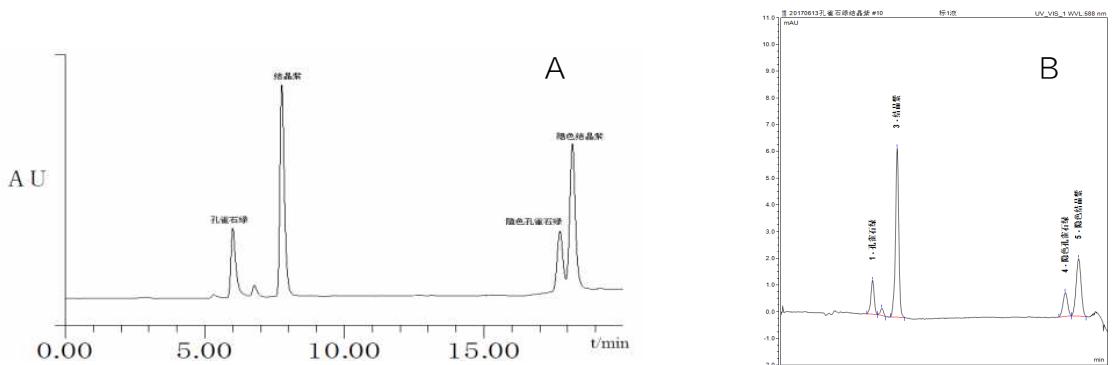


图 2-1 谱图对比 (A 为 国标方法; B 为 赛默飞 Ultimate 3000 方法)

( 1-孔雀石绿;2-结晶紫;3-隐色孔雀石绿;4-隐色结晶紫 )

**参考资料：**

[1] Application Experiment 2017-APP-LC-167:孔雀石绿和结晶紫样品测试报告

[2] Application Experiment RLC-SH-090720: 水产品中孔雀石绿和隐色孔雀石绿的测定方法

## 液相色谱法检测四环素类药物残留

GB/T 5009.116-2003 畜、禽肉中土霉素、四环素、金霉素残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的四环素类药物进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出畜、禽肉中四环素类药物的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： 低压梯度四元泵（带在线脱气单元），VWD 检测器 自动进样器，柱温箱
耗材配置	Synchronis C18 ( 4.6 × 150 mm × 5 μm, PN:97105-154630 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-VWD，对畜、禽肉中四环素类药物进行分析检测。满足 GB/T 5009.116-2003 标准中对四环素类药物检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足畜、禽肉中四环素类药物的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

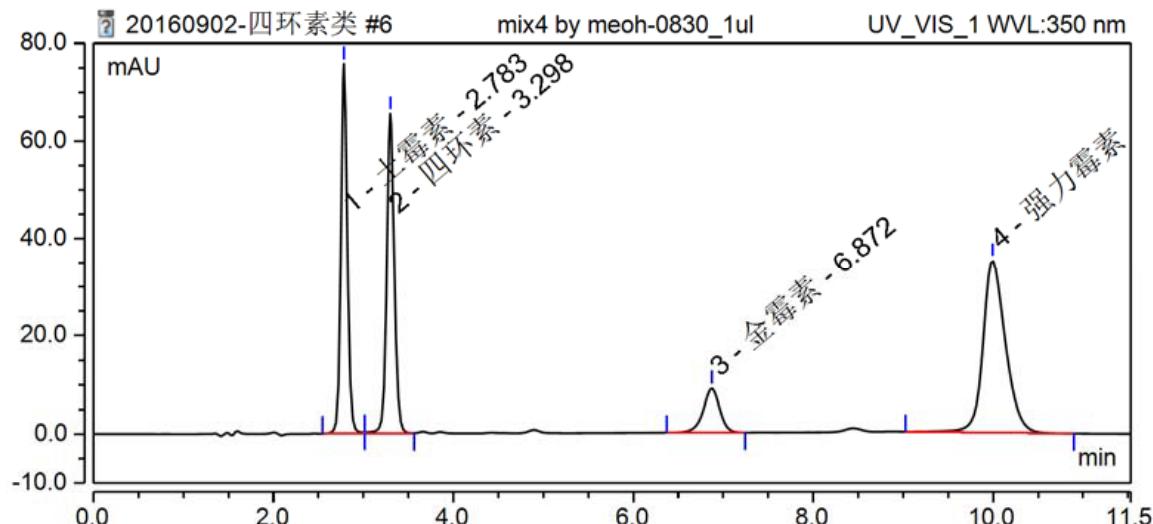


图 2-2 标准品溶液色谱图  
( 1-土霉素;2-四环素;3-金霉素;4-强力霉素 )

### 参考资料：

[1] Application Experiment CCS-SP-151: 畜、禽肉中土霉素、四环素、金霉素、强力霉素残留量的测定

## 液相色谱法检测牛奶中甲砜霉素残留

GB 29689-2013 食品安全部国家标准 牛奶中甲砜霉素残留量的测定 高效液相色谱法

参考国标，采用液相色谱法对样品中的甲砜霉素残留量进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够快捷有效检测出牛奶中甲砜霉素残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DGP-3600SD 泵，DAD-3000SD 检测器 WPS-3000TSL 自动进样器，TCC-3000SD 柱温箱
耗材配置	Acclaim C18, 120A (250×4.6 mm, 5 $\mu$ m, P/N:059149)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，eWorkflow 方法包，一键方法建立 2. 采用 U3000-DAD，对牛奶中甲砜霉素残留量进行分析检测。满足 GB 29689-2013 标准中对甲砜霉素检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足牛奶中甲砜霉素残留量的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

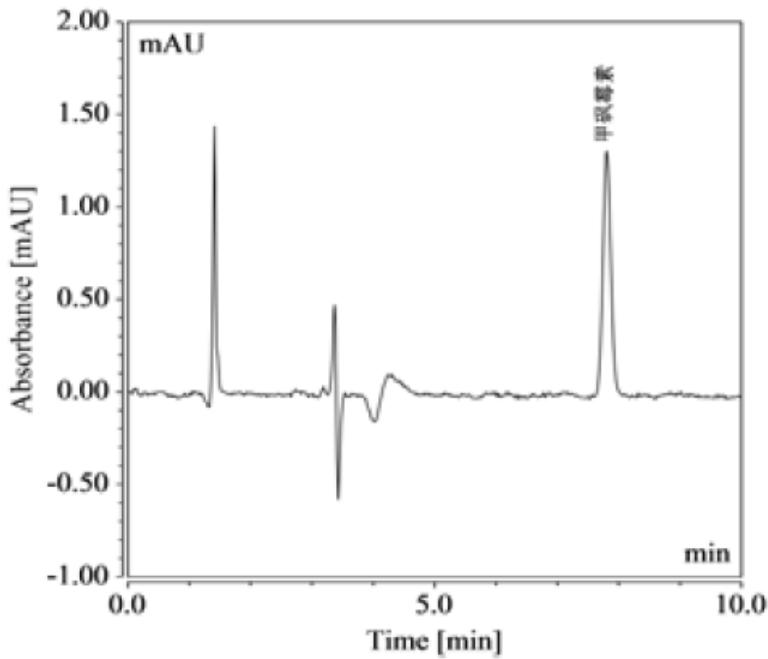


图 2-3 标准品溶液的色谱图

(1-甲砜霉素)

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:4-6

## 在线 SPE-液相色谱法快速测定牛奶中五种喹诺酮类抗生素的残留

采用双三元液相色谱 (DGLC) Online-TFC-LC- FLD 法, 结合在线稀释, 整个方法前处理简单、快速, 仪器灵敏度、分离度高, 能够快捷有效检测出牛奶中 5 种氟喹诺酮的残留量。

### 配置建议及优势:

仪器配置	Vanquish 液相色谱, 配置如下: VC-P33-A-01 泵, FLD VF-D50-A 检测器 VC-A12-A-02 自动进样器, VC-C10-A-03 柱温箱
耗材配置	TurboFlow HTLC Cyclone, (0.5×50mm, PN: CH-953288) Acclaim C18, 120A (150×3.0 mm, 3μm, P/N:063691) Accucore C18 (150×4.6 mm, 2.6 μm, PN: 063691)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单, 简化步骤, 方法具有普适性, 有效去除基质干扰 2. 采用 Vanquish-FLD, 对牛奶中 5 种氟喹诺酮残留量进行分析检测。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限, 能够满足牛奶中环丙沙星、达氟沙星、恩诺沙星、沙拉沙星和二氟沙星残留量的检测需求。

### 参考谱图 (数据) :

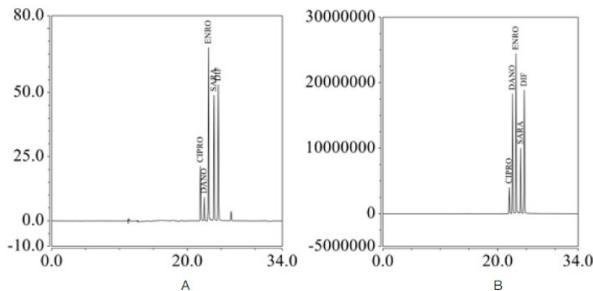


图 2-4-1 采用 online-SPE 方法混合标准品谱图 (A 为 275nm; B 为 FLD)

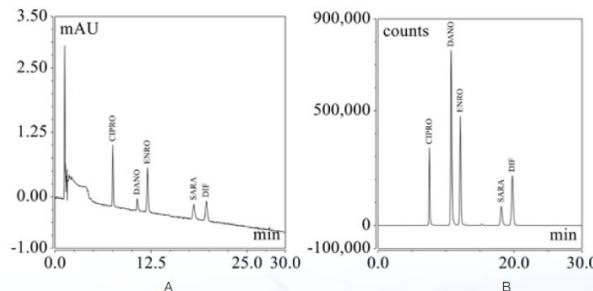


图 2-4-2 采用常规标准方法分析混合标准品谱图 (A 为 275nm; B 为 FLD)

(1-环丙沙星;2-达氟沙星;3-恩诺沙星;4-沙拉沙星;5-二氟沙星)

参考资料: [1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:7-13

## 液相色谱法检测水产品中甲氧苄啶残留

NY 5070-2002 无公害食品 水产品中渔药残留限量

采用液相色谱法对样品中的甲氧苄啶进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出水产品中甲氧苄啶的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DGP-3600RS 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000TRS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim RSLC 120, C18, (150×3.0 mm, 3μm , P/N: 063691)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化行标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对水产品中甲氧苄啶进行分析检测。满足 NY5070-2002 标准中对甲氧苄啶检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足水产品中甲氧苄啶的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

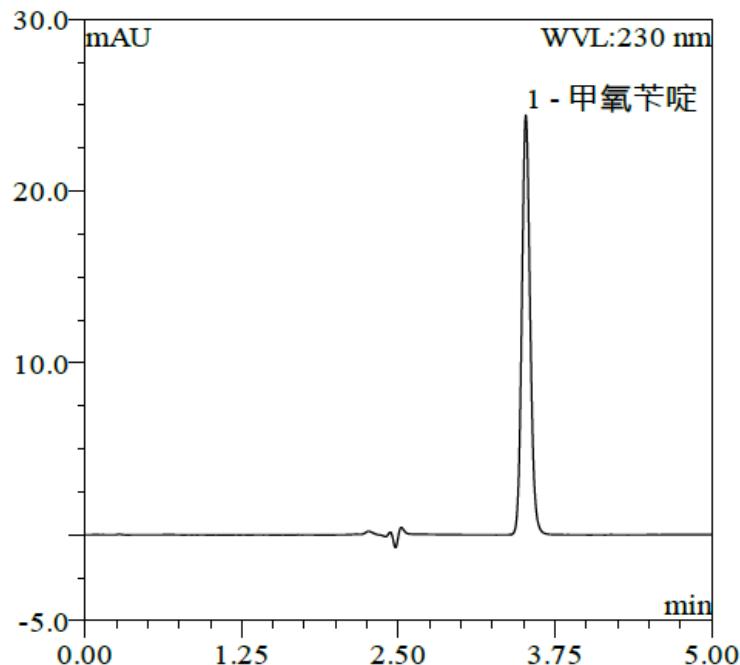


图 2-5 氧苄啶的标样谱图 (10mg/L)

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:14-16

## 液相色谱法检测牛奶中左旋咪唑残留

GB 29681-2013 食品安国家标准 牛奶中左旋咪唑残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的左旋咪唑进行分析检测。整个方法前处理规范严格，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出牛奶中左旋咪唑的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，DAD-3000 检测器 WPS-3000SL 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, (150×4.6 mm, 5μm , P/N: 059148)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对牛奶中左旋咪唑进行分析检测。满足 GB 29681-2013 标准中对左旋咪唑检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足牛奶中左旋咪唑的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

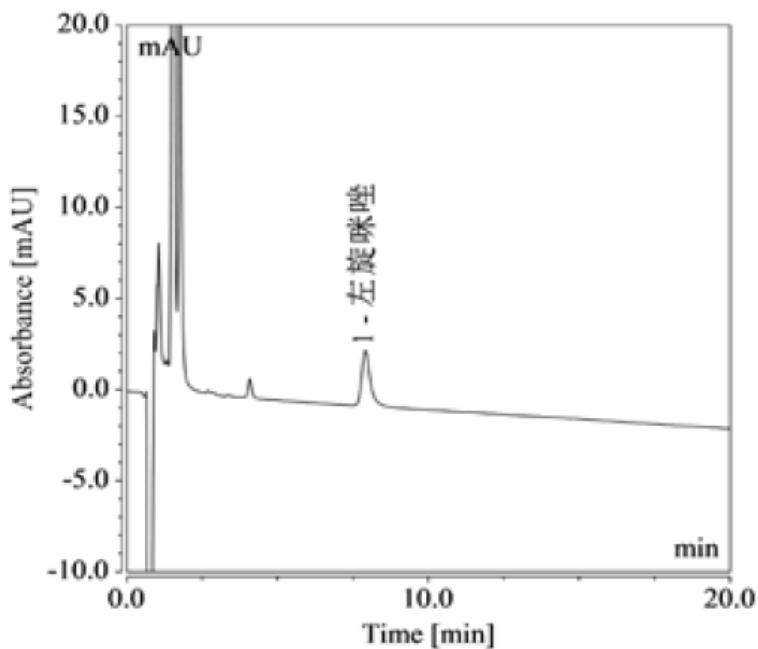


图 2-6 左旋咪唑标准溶液谱图

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:17-18

## 液相色谱法检测鸡可食性组织中 4,4' - 二硝基均二苯脲残留

GB 29691-2013 食品安国家标准 鸡可食性组织中尼卡巴嗪残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的尼卡巴嗪残留物 4,4' - 二硝基均二苯脲进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出鸡可食性组织中 4,4' - 二硝基均二苯脲的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000TSL 自动进样器，TCC-3000SD 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, (250×4.6 mm, 5 $\mu$ m , P/N: 059149)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对鸡可食性组织中 4,4' - 二硝基均二苯脲进行分析检测。满足 GB 29691-2013 标准中对尼卡巴嗪检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足鸡可食性组织中尼卡巴嗪的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

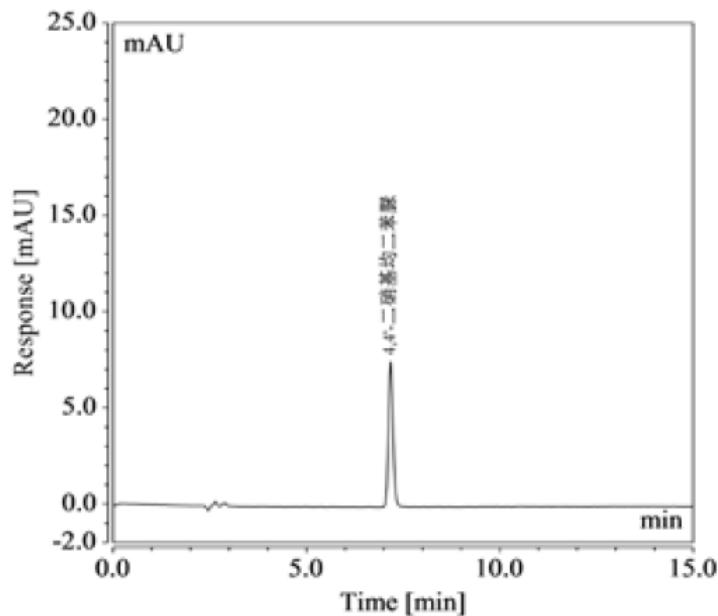


图 2-7 4, 4' - 二硝基均二苯脲标准溶液谱图

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集·19-21

## 液相色谱法检测食品中阿维菌素类药物残留

GB 29696-2013 食品安全国家标准 牛奶中阿维菌素类药物多残留的测定 高效液相色谱法

GB 29695-2013 食品安全国家标准 水产品中阿维菌素和伊维菌素多残留的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的阿维菌素类药物残留量进行分析检测。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，精密度好，能够检测出样品中阿维菌素类药物的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DGP-3600SD 泵，FLD-3400RS 检测器 WPS-3000TSL 自动进样器，TCC-3000SD 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, (150×3 mm, 3 $\mu$ m , P/N: 063691)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-FLD，对样品中阿维菌素类药物进行分析检测。满足 GB 29696-2013 及 GB 29695-2013 标准中对阿维菌素类药物检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足样品中阿维菌素类药物的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

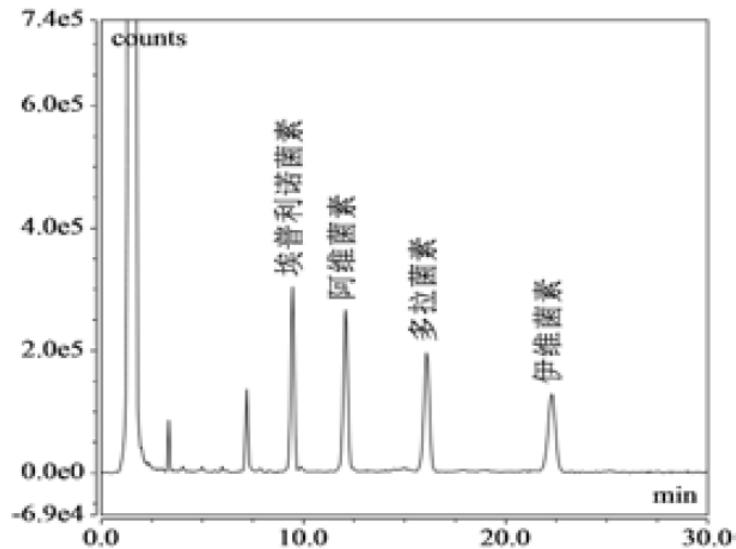


图 2-9 四种阿维菌素类药物标准溶液谱图

(1-埃普利诺菌素;2-阿维菌素;3-多拉菌素;4-伊维菌素)

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:24-32

## 液相色谱法检测水产品中甲氧苄啶残留

NY 5070-2002 无公害食品 水产品中渔药残留限量

采用液相色谱法对样品中的甲氧苄啶进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器灵敏度、分离度高，能够检测出水产品中甲氧苄啶的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DGP-3600RS 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000TRS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim RSLC 120, C18, ( 150 × 3.0 mm, 3 $\mu$ m , P/N: 063691 )
外围设备	无
方案优势	4. 操作简单，简化步骤，优化行标方法，缩短分析时间 5. 采用 U3000-DAD，对水产品中甲氧苄啶进行分析检测。满足 NY5070-2002 标准中对甲氧苄啶检测的要求。 6. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足水产品中甲氧苄啶的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

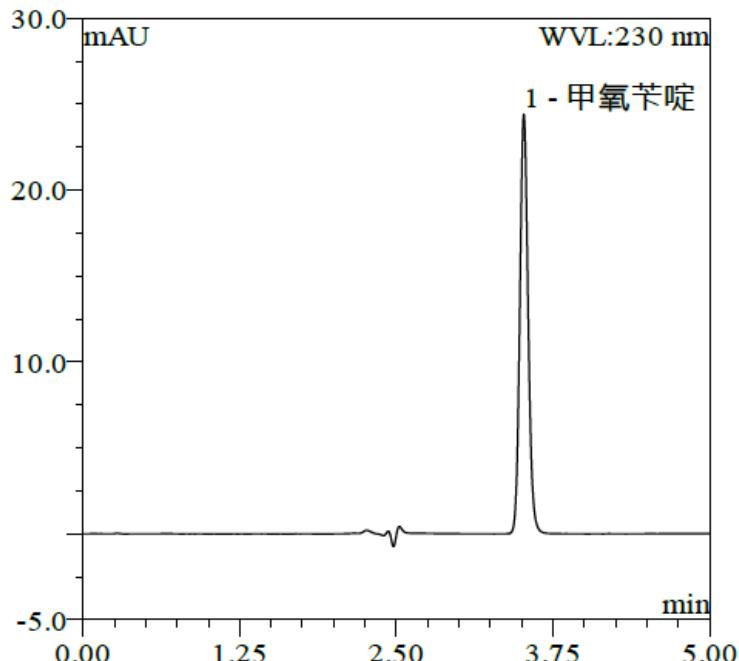


图 2-5 氧苄啶的标样谱图 ( 10mg/L )

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:14-16

## 液相色谱法检测动物性食品中常山酮残留

GB 29693-2013 食品安全国家标准 动物性食品中常山酮残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对样品中的常山酮残留量进行分析检测。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，重复性好，能够检测出动物性食品中常山酮的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，VWD-3400RS 检测器 WPS-3000SL 自动进样器，TCC-3000SD 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, ( 250 × 4.6 mm, 5 $\mu$ m , P/N: 059149 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-VWD，对动物性食品中常山酮进行分析检测。满足 GB 29693-2013 标准中对常山酮检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足动物性食品中常山酮的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

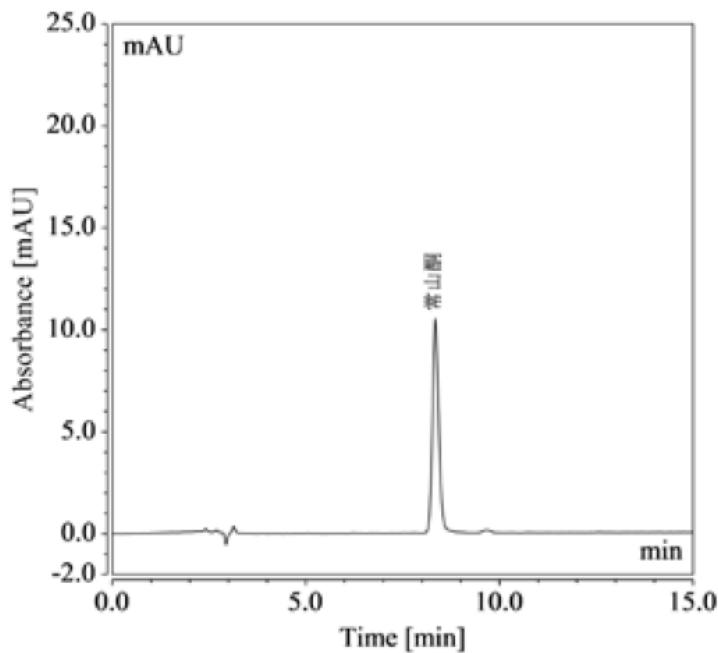


图 2-7 常山酮标准溶液谱图

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:22-23

## 液相色谱法检测鸡可食性组织中地克珠利残留

GB 29701-2013 食品安全国家标准 鸡可食性组织中地克珠利残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对鸡可食性组织中地克珠利残留量进行分析检测。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，精密度好，能够检测出鸡可食性组织中地克珠利的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000SL 自动进样器，TCC-3000SD 柱温箱
耗材配置	Syncronis, C18, ( 250 × 4.6 mm, 5 $\mu$ m, P/N: 97105-254130 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对鸡可食性组织中地克珠利进行分析检测。满足 GB 29701-2013 标准中对地克珠利检测的要求。 3. 提供超高灵敏度、极低检出限，能够满足鸡可食性组织中地克珠利的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

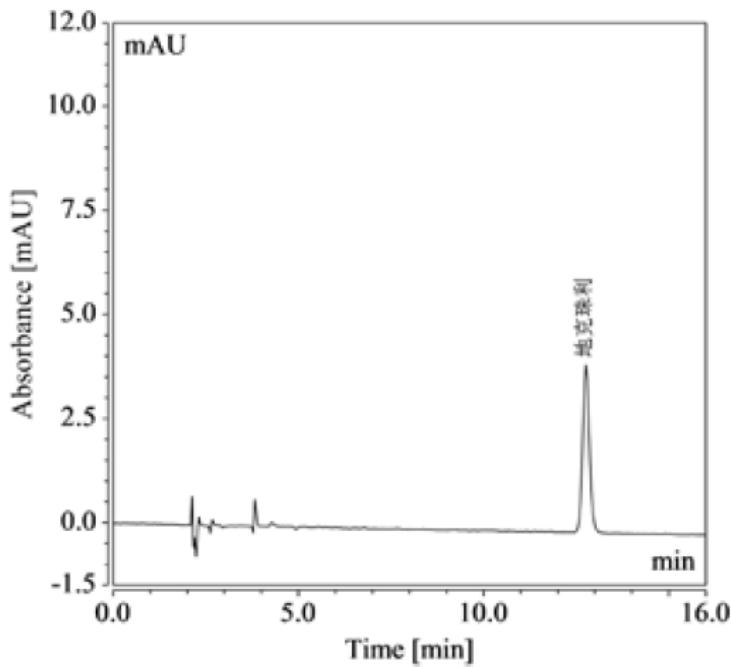


图 2-10 地克珠利标准溶液谱图

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:33-34

## 液相色谱法检测动物性食品中氮哌酮及其代谢物

GB 29709-2013 食品安全国家标准 动物性食品中氮哌酮及其代谢物残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对动物性食品中氮哌酮及其代谢物残留量进行检测。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，精密度好，能够检测出动物性食品中氮哌酮及其代谢物的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DGP-3600RS 泵，DAD-3000RS 检测器 WPS-3000TRS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, (250×4.6 mm, 5μm, P/N: 059149)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-DAD，对动物性食品中氮哌酮及其代谢物进行分析检测。满足 GB 29709-2013 标准中对氮哌酮及其代谢物检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足动物性食品中氮哌酮及其代谢物的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

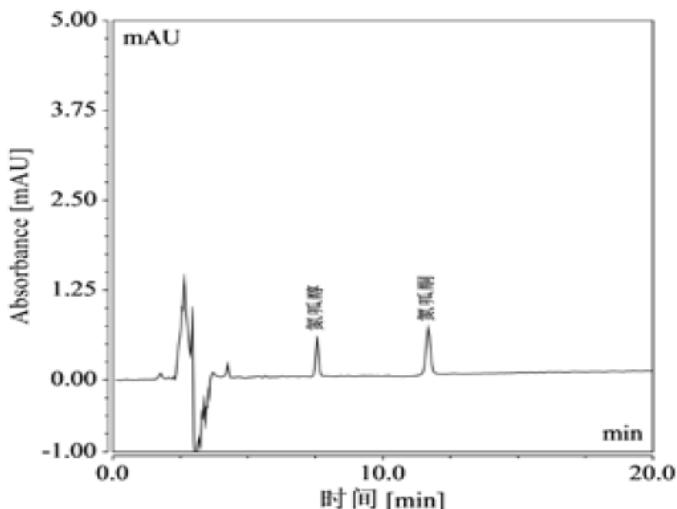


图 2-11 标准溶液 UV 色谱图 (50 μg/L)  
(1-氮哌酮;2-氮哌酮)

### 参考资料：

[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:35-37

## 液相色谱法检测动物性食品中对乙酰氨基酚残留

GB 29683-2013 食品安国家标准 动物性食品中对乙酰氨基酚残留量的测定 高效液相色谱法

采用液相色谱法对动物性食品中氮哌酮及其代谢物残留量进行分析检测，本方法专属性强。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，精密性好，能够检测出动物性食品中对乙酰氨基酚的残留量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： HPG-3400 RS 泵，WWD-3100 RS 检测器 WPS-3000TSL RS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120, C18, (250×4.6 mm, 5 $\mu$ m , P/N: 059149)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 2. 采用 U3000-VWD，对动物性食品中对乙酰氨基酚进行分析检测。满足 GB 29683-2013 标准中对乙酰氨基酚检测的要求。 3. 提供超高的灵敏度、极低检出限，能够满足动物性食品中对乙酰氨基酚的检测需求。

### 参考谱图（数据）：

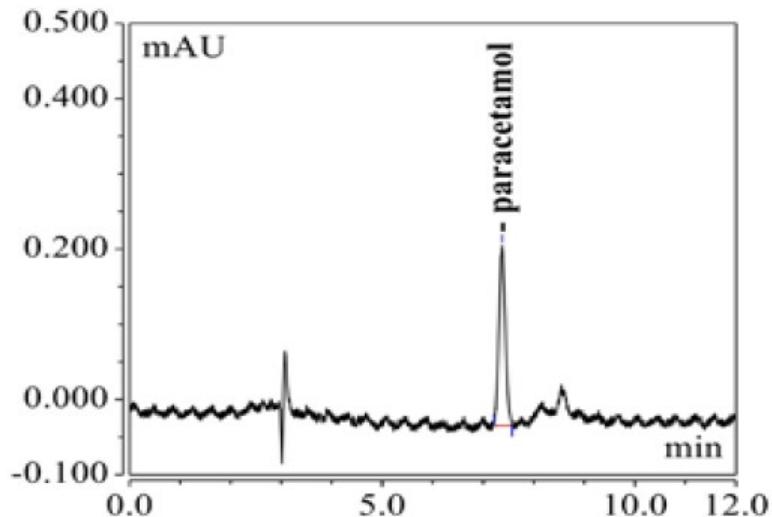


图 2-12 标准溶液图谱

参考资料：[1] Application Collection 01: 兽药残留分析应用文集:38-39

## 液相色谱串联质谱针对 GB31650 兽药残留分析的完整解决方案

GB31650-2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量

GB31650.1-2022 食品安全国家标准 食品中 41 种兽药最大残留限量

应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，采用 QuEChERS 盐包提取和 HyperSep Retain PEP 固相萃取柱对样品进行净化，建立了对兽药残留进行快速分析的检测方法及完整的方法包。该方法包内容丰富实用，集合了数据库，仪器方法，定量方法和报告模版等文件，拿来即用，快速高效。涵盖了  $\beta$  - 受体激动剂类，磺胺类，喹诺酮类，糖皮质激素类，氯霉素类，大环内酯类等常检的 32 大类共 340 种兽药。在常规指标和扩展指标中，分别将多个检测项目合并为一个检测方法，极大提升检测效率。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Acclaim RSLC 120 C18 150x2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 071399 ) 微孔滤膜：Titan3, 17mmPTFE 过滤器, 0.2um ( P/N: 42213-NP ) HyperSep Retain PEP 固相萃取小柱, 200mg/6mL ( P/N: 60107-212 )
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>采用 QuEChERS 盐包提取和 HyperSep Retain PEP 固相萃取柱对样品进行净化；</li><li>质谱采用 ESI 源，正负切换模式同时采集，SRM 分段扫描检测。涵盖了 <math>\beta</math> - 受体激动剂类，磺胺类，喹诺酮类，糖皮质激素类，氯霉素类，大环内酯类等常检的 32 大类共 340 种兽药。在常规指标和扩展指标中，分别将多个检测项目合并为一个检测方法，极大提升检测效率；</li><li>方法包内容丰富实用，集合了数据库，仪器方法，定量方法和报告模版等文件，拿来即用，快速高效。</li></ol>

### 参考谱图（数据）：

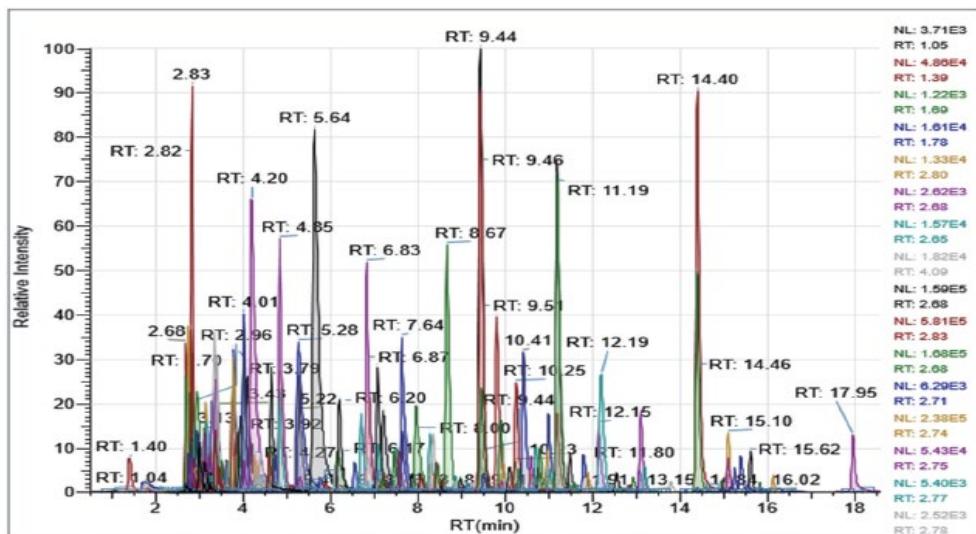


图 1. 鸡肉基质中 340 种兽药的提取离子流叠加图 ( 1.0 ng/mL )

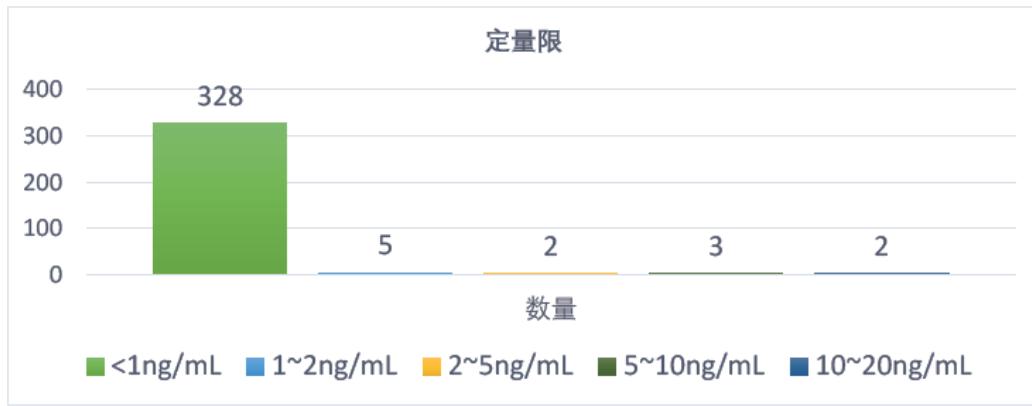


图 2. 定量限统计图表

**参考资料:**

- [1] AN\_24016\_LSMS: 赛默飞应对 GB31650 兽药残留分析的液相色谱串联质谱完整解决方案
- [2] AN\_22058\_LSMS: 全新一代 TSQ Quantis Plus 液质三重四极杆测定动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物的残留量
- [3] AN\_22057\_LSMS: 全新一代 TSQ Fortis Plus 液质三重四极杆测定动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物的残留量

## 液相色谱串联质谱测定动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物的残留量

GB31650-2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量

GB 31658.17-2021 动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法

建立了基于 Thermo Scientific TSQ Quantis Plus 三重四极杆串联质谱仪针对 4 种四环素类、19 种磺胺类和 13 种喹诺酮类物质的检测方法。所有化合物在线性范围内均呈良好线性关系  $R^2 > 0.99$ ，36 种兽药均能够满足定量限的需求。本方法灵敏度高、专属性强、稳定性好，可以满足标准方法的检测要求，可为牛、羊、猪和鸡动物性食品中多兽残的全方位检测提供借鉴。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish 超高效液相色谱仪 TSQ Quantis Plus 三重四极杆质谱仪，配 EI 源
耗材配置	Hypersil GOLD C18 色谱柱，100x2.1mm, 1.9 $\mu$ m, P/N: 25002-102130
外围设备	无
方案优势	1. 方法建立中 Thermo Scientific™ mzCloud™ 数据库集成，可访问上万种精选化合物，直接导入谱库里现有的离子对信息，降低标准品购买 2. TSQ Plus 系列三重四极杆可实现较快的极性切换，每次运行可通过极性切换实验分析更多化合物，提高生产力 3. 实验结果完全满足食品安全国家标准要求

### 参考谱图（数据）：

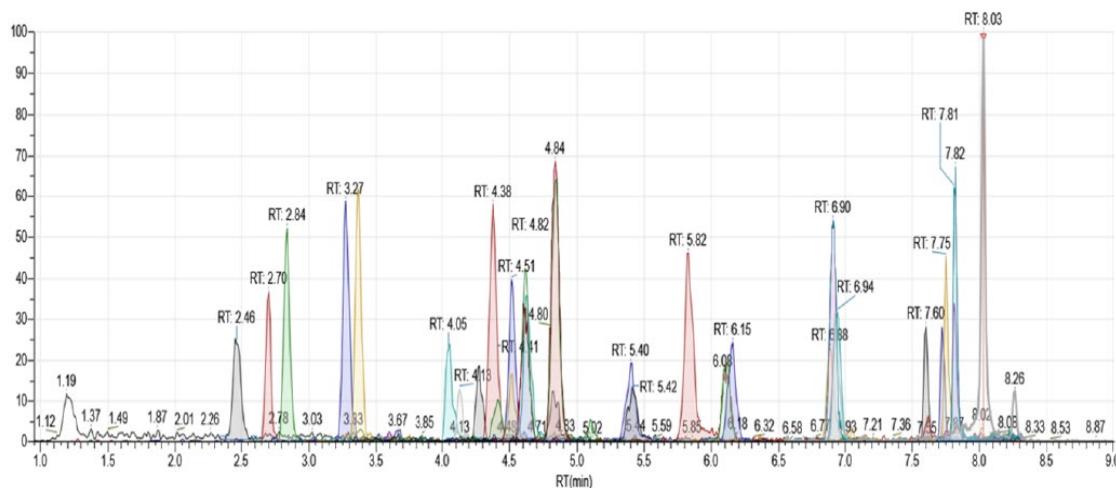


图 1 猪肉基质中 36 种化合物的提取离子流叠加图 (2ng/mL)

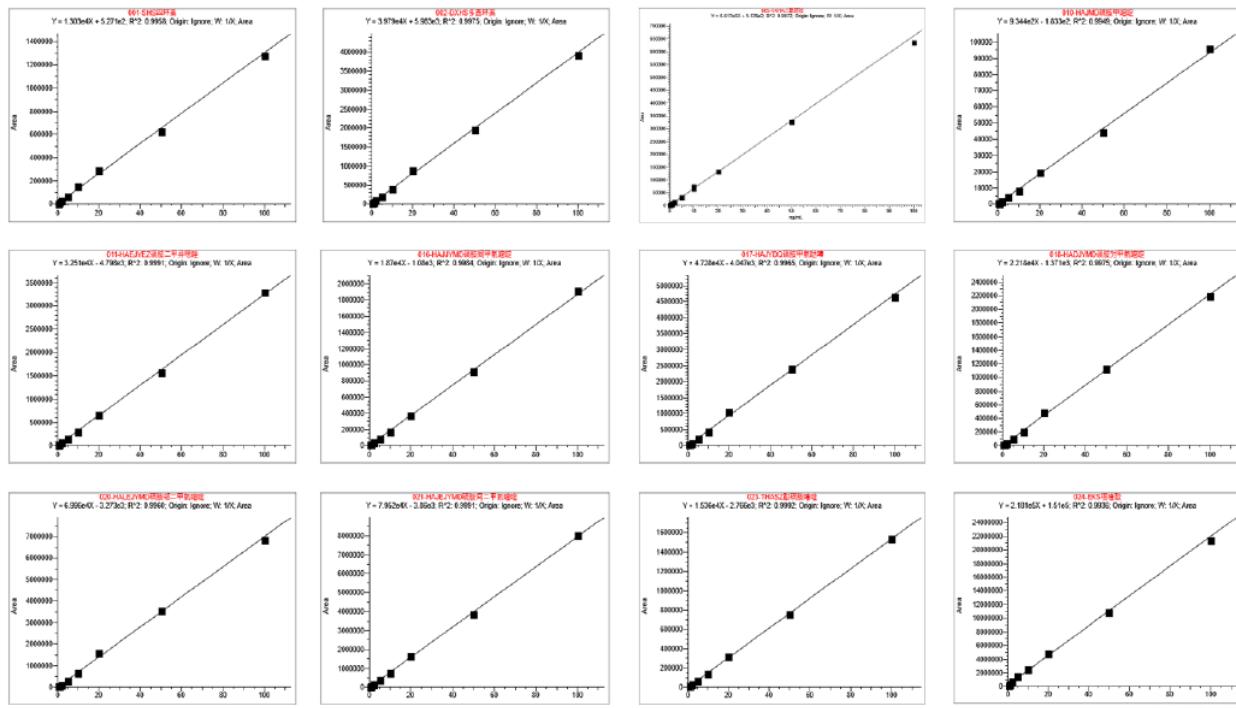


图 2. 部分化合物标准曲线

## 参考资料:

- [1] GB 31658.17-2021 食品安全国家标准 动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物残留量的测定 液相色谱-串联质谱法.
- [2] AN\_22058\_LSMS: 全新一代 TSQ Quantis Plus 液质三重四极杆测定动物性食品中四环素类、磺胺类和喹诺酮类药物的残留量

## 液相色谱串联质谱快速检测食品基质中硝基呋喃类代谢物多残留

GB31650-2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量

GB31656.13-2021 《食品安全国家标准水产品中硝基呋喃类代谢物多残留的测定 液相色谱-串联质谱法》

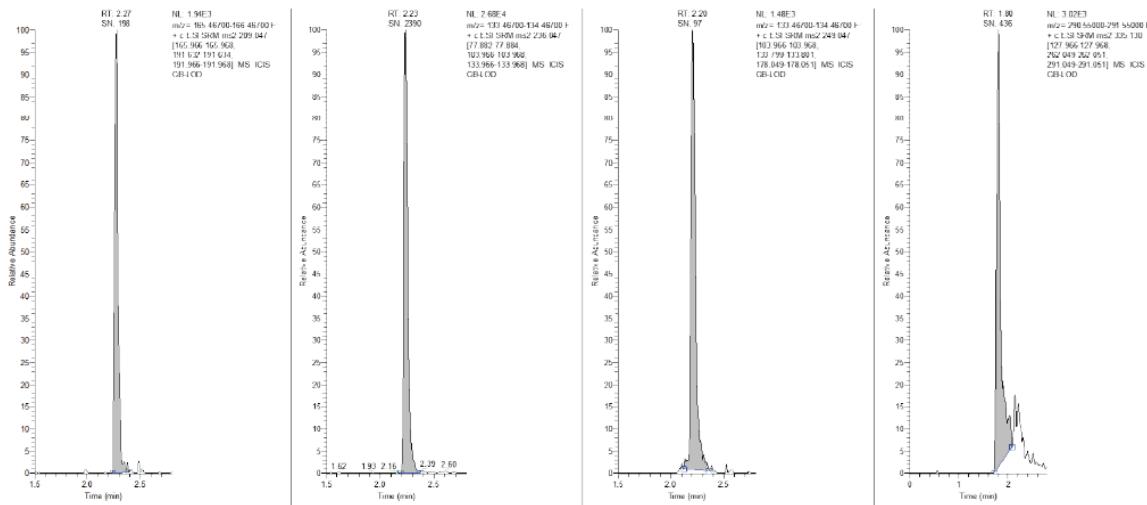
SN/T 1627-2005 《进出口动物源食品中硝基呋喃类代谢物残留量测定方法》

建立了基于 TSQ Plus 系列全新一代串联质谱平台分析 4 种硝基呋喃代谢物的方法，该方法满足现行国家标准法规要求，具有较好的灵敏度、重现性和线性范围。实际样品分析结果较好，可用于动物源食品中硝基呋喃代谢物类药物的准确定量分析。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Core 超高效液相色谱仪 TSQ Fortis Plus 三重四极杆质谱仪，配 EI 源
耗材配置	Hypersil GOLD C18 色谱柱 ( 2.1×50 mm, 1.9 $\mu$ m )
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>方法建立中 Thermo Scientific™ mzCloud™ 数据库集成，可访问上万种精选化合物，直接导入谱库里现有的离子对信息，降低标准品购买</li><li>TSQ Plus 系列三重四极杆可实现较快的极性切换，每次运行可通过极性切换实验分析更多化合物，提高生产力</li><li>方案针对 4 种硝基呋喃代谢物检测均取得了很好的灵敏度，连续进样 6 针，4 种硝基呋喃代谢物 RSD5%，具有非常好的重现性</li><li>完全满足国标要求</li></ol>

### 参考谱图（数据）：



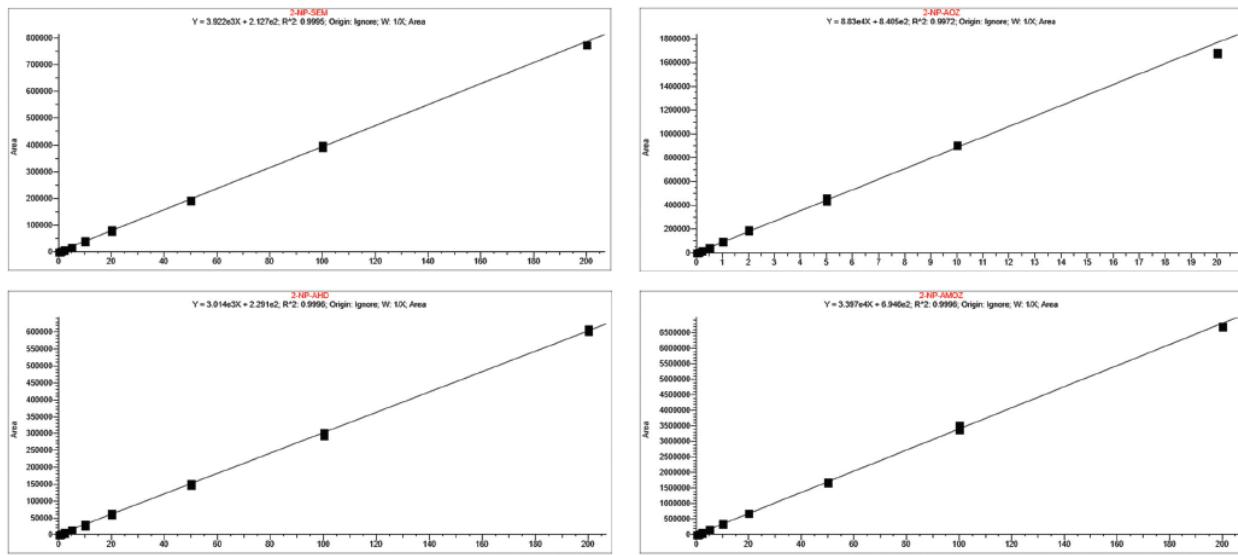


图 2. 化合物标准曲线

### 参考资料:

- [1] GB31656.13-2021 《食品安全国家标准水产品中硝基呋喃类代谢物多残留的测定 液相色谱-串联质谱法》
- [2] AN\_22023\_LSMS: 全新一代 TSQ Plus 系列三重四极杆液质联用仪快速检测食品基质中硝基呋喃类代谢物多残留

## 液相色谱串联质谱针对 18 种 $\beta$ -受体激动剂的检测方法

GB31650-2019 食品安国家标准 食品中兽药最大残留限量

GB 31658.22-2022 食品安全国家标准 动物性食品中  $\beta$ -受体激动剂残留量的测定 液相色谱-串联质谱法

GB/T 22950-2008 河豚鱼、鳗鱼和烤鳗中 12 种  $\beta$ -兴奋剂残留量的测定 液相色谱-串联质谱法

利用赛默飞全新液相色谱串联三重四极杆质谱 Vanquish Horizon-TSQ Fortis 建立了快速检测 18 种  $\beta$ -受体激动剂类化合物的方法。此 18 种化合物在 0.05–500 ng/mL 浓度范围内线性关系良好 ( $r^2 > 0.993$ )，LOD 及 LOQ 均能满足国标规定的检测要求，运用本方法和设备可实现对动物源性食品中  $\beta$ -受体激动剂类化合物的检出和定量。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Binary Horizon 超高效液相色谱仪 TSQ Fortis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Hypersil GOLD aQ ( 1.9 $\mu$ m, 100 x 2.1 mm )
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 检测方法不仅具有优异的灵敏度和线性范围，同时具备优异的重现性</li><li>2. 本方法可用于 18 种 <math>\beta</math>-受体激动剂类化合物的日常分析检测；完全满足国标要求。</li></ol>

### 参考谱图（数据）：

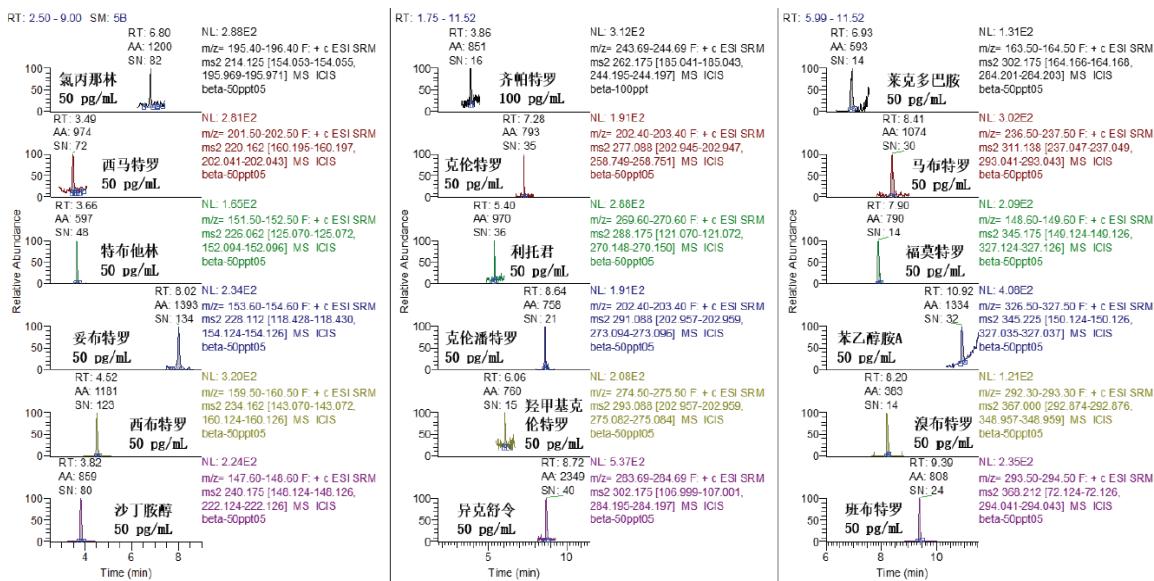


图 1 18 种  $\beta$ -受体激动剂类化合物在 LOQ (0.05–0.1 ng/mL) 浓度的提取离子流图

Compound	LOD (ng/mL)	LOQ (ng/mL)	Linearity range (ng/mL)	Linearity(r <sup>2</sup> )
氯丙那林	0.02	0.05	0.05-100	0.9961
西马特罗	0.02	0.05	0.05-100	0.9970
特布他林	0.02	0.05	0.05-100	0.9958
妥布特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9977
西布特罗	0.02	0.05	0.05-500	0.9973
沙丁胺醇	0.02	0.05	0.05-100	0.9946
齐帕特罗	0.05	0.1	0.1-200	0.9965
克伦特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9980
利托君	0.02	0.05	0.05-100	0.9978
克伦潘特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9972
羟甲基克伦特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9972
异克舒令	0.02	0.05	0.05-100	0.9993
莱克多巴胺	0.02	0.05	0.05-100	0.9961
马布特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9964
福莫特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9977
苯乙醇胺A	0.02	0.05	0.05-500	0.9972
溴布特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9962
班布特罗	0.02	0.05	0.05-200	0.9934

表 4 18 种  $\beta$ -受体激动剂类化合物的 LOD、LOQ、线性范围及线性相关系数

参考资料：

[1] AN\_19012\_LCMS: 全新一代三重四极杆液质联用仪 TSQ Fortis 针对 18 种  $\beta$ -受体激动剂的检测方法

## 离子色谱串联质谱快速检测动物源食品中 14 种氨基糖苷类抗生素残留

GB/T 21323-2007 动物组织中氨基糖苷类药物残留量的测定 高效液相色谱-质谱法

基于 ICS 5000 离子色谱串联三重四极杆质谱 TSQ Fortis 平台 ( ICMS/MS ) 建立了适用于动物源性食品中 14 种氨基糖苷类抗生素(AGs)残留的检测方法。本方法以离子对试剂七氟丁酸 ( HFBA ) 和三氟乙酸(TFA)为流动相, 搭配氨基糖苷类抗生素检测专用柱 Acclaim AmG C18 和离子色谱专利的电解再生膜抑制器技术, 猪肉基质中 14 种氨基糖苷类抗生素保留良好, 分离快速, 通过创新性的柱后加氨水, 进一步提高灵敏度, 此 14 种化合物在相应浓度范围内线性关系良好 ( R<sub>2</sub>>0.993 ) , 检出限和定量限均满足国标 GBT21323-2007 要求。

### 配置建议及优势:

仪器配置	ICS 5000 离子色谱 ( 含单四元梯度泵系统、CSRS300 4 mm 型抑制器及电导检测器 ) TSQ Fortis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Acclaim <sup>TM</sup> AmG C18 (150 mm*3.0mm, 3 $\mu$ m)
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>方法使用 HFBA 和 TFA 等离子对试剂为流动相, 搭配 Acclaim<sup>TM</sup> AmG C18 柱 ( 可耐 pH 范围 0.5~10 ) 以增强保留与分离度, 再通过电解再生膜抑制器技术有效去除柱后流动相中的三氟乙酸根和七氟丁酸根, 结合柱后加氨水, 显著提高灵敏度</li><li>基于 IC-MS/MS 建立的检测方法灵敏度高、稳定性和线性范围良好, 本方法较国标方法更加适用于快速检测动物源性食品中残留的氨基糖苷类抗生素(AGs)</li></ol>

### 参考谱图 ( 数据 ) :

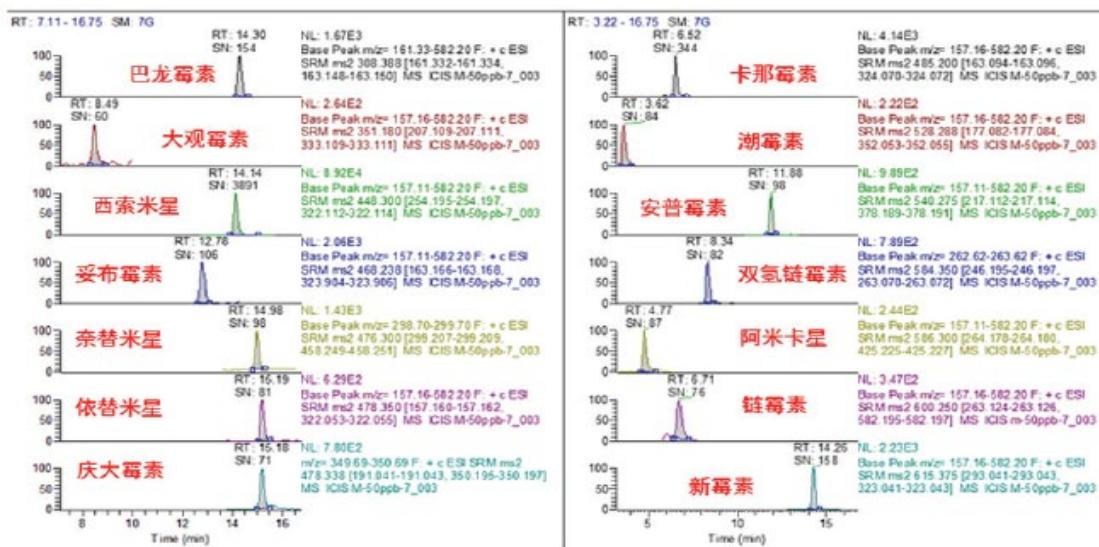


图 4: 猪肉基质中 14 种氨基糖苷类抗生素化合物提取离子流图

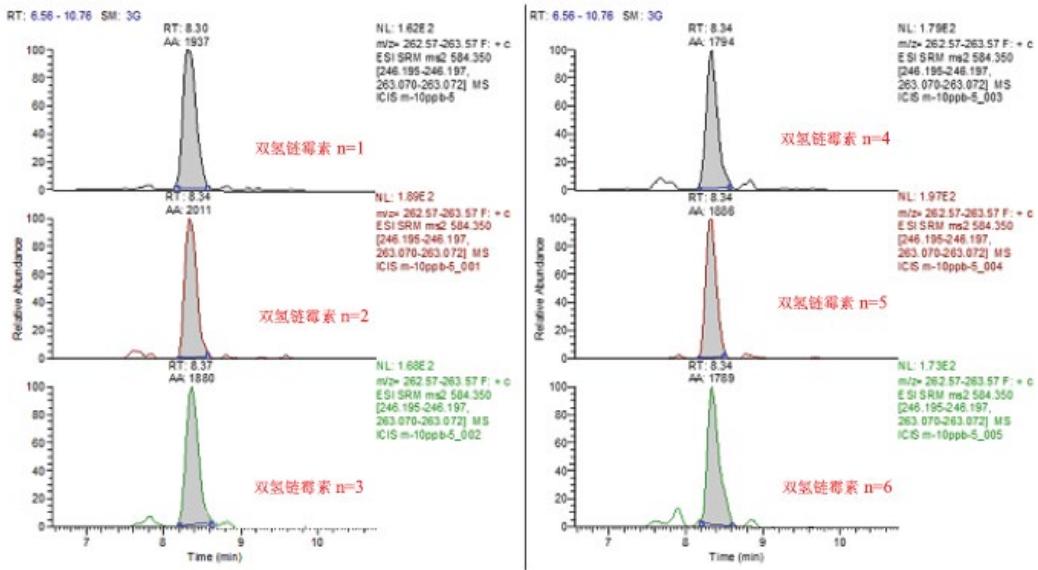


图 5 双氢链霉素提取离子流图 (n=6, 浓度为 10 ppb)

### 参考资料:

- [1] [1] McGlinchey TA, Rafter P A, Regan F, et al. A review of analytical methods for the determination of aminoglycoside and macrolide residues in food matrices [J]. *Analytica Chimica Acta*, 2008, 624(1): 1-15.
- [2] 张红, 程寒飞. 水环境中氨基糖苷类抗性基因污染及研究进展[J]. 环境科学与技术, 2018, 41 ( 10 ) : 121-130.
- [3] AN\_19015\_LCMS 离子色谱串联三重四极杆质谱快速检测动物源食品中 14 种氨基糖苷类抗生素残留

## 1.3 重金属

### 石墨炉原子吸收光谱法测定食用醋及食品添加剂山梨酸钾中 Pb Cd 及 As

GB 5009.12-2023 食品安全国家标准 食品中铅的测定、GB 5009.15-2023 食品安全国家标准 食品中镉的测定

结合 iCE3000 系列石墨炉具有高清 GFTV 可视系统、自动灰化/原子化最佳化、在线配制标准曲线、在线加入基体改进剂、对粘稠样品进行温控注射等功能，采用 iCE3500 原子吸收光谱仪对食品添加剂山梨酸钾、食用醋中的 Pb、Cd 进行测定，实验数据表明，赛默飞原子吸收光谱仪 (AAS) 能够完全满足此类样品的分析测试要求。

配置建议及优势：

仪器配置	iCE3500 原子吸收光谱仪，配置如下： iCE3500 原子吸收光谱仪 GFS35Z 塞曼石墨炉和自动进样器模块 专利 GFTV 石墨炉可视系统
耗材配置	空心阴极灯，石墨管，样品杯，进样毛细管进样头
外围设备	空气压缩机，冷却循环水
方案优势	1. 操作简单，石墨炉自动进样器自动稀释配制校准曲线溶液，GFTV 石墨炉可视系统提供高清晰度的石墨管内部图像，具有灰化/原子化温度自动优化功能，以确保分析的灵敏度与精度。 2. 采用 AAS 对食品中低限量的重金属 Pb、Cd 进行分析检测。满足 GB 5009.12-2023、GB 5009.15-2023 中对重金属 Pb、Cd 检测要求。 3. 提供较高的灵敏度与精度，能够满足食品中低限量的重金属的检测需求。

参考谱图（数据）：

元素	波长 (nm)	石墨管类型	基体改进剂	背景校正
山梨酸钾 Cd	228.8	ELC	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	塞曼
食用醋 Cd	228.8	普通	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	塞曼
山梨酸钾 Pb	283.3	普通	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	塞曼
食用醋 Pb	283.3	普通	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	塞曼

表 2.3.1-1 各元素测定条件及参数

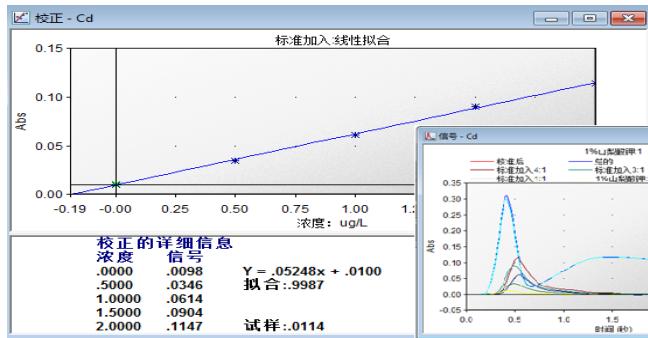


图 2.3.1-1 山梨酸钾-Cd 测定信号图及标准加入法标准曲线线性图

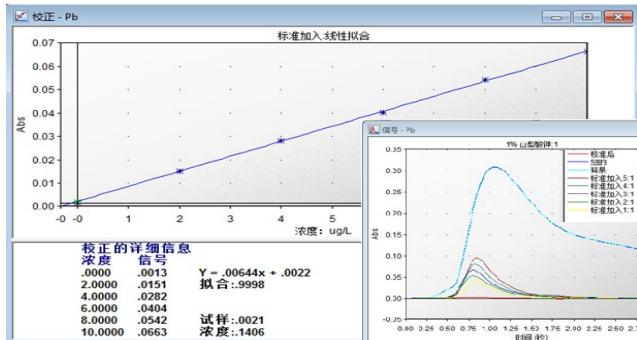


图 2.3.1-2 山梨酸钾-Pb 测定信号图及标准加入法标准曲线线性图

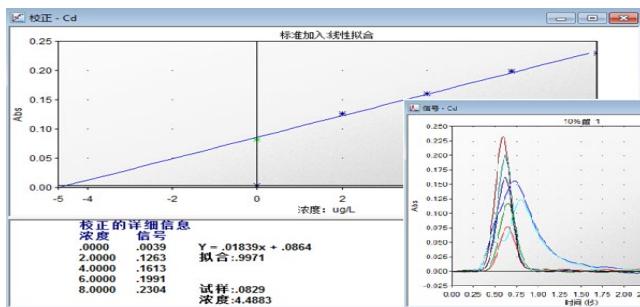


图 2.3.1-3 食用醋-Cd 测定信号图及标准加入法标准曲线线性图

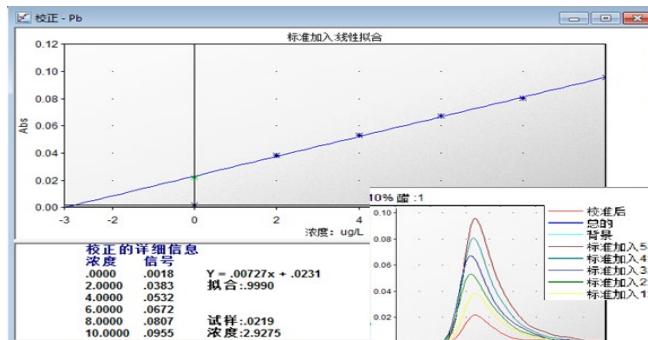


图 2.3.1-4 食用醋-Pb 测定信号图及标准加入法标准曲线线性图

## 参考资料:

[1] AN-2013-6: iCE3000 石墨炉原子吸收光谱法测定食用醋及食品添加剂山梨酸钾中 PbCd 及 As

## 电感耦合等离子体质谱法测定食品和饮料中典型营养元素和有毒元素检测

GB 5009.268-2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定

当前研究提出了一种具有高灵敏度和稳健性的分析方法，利用 iCAP RQplus ICPMS 和氩气稀释 (AGD) 对不同食品和饮料样品进行多元素分析，可以定期监测食品和饮料中的典型营养元素和有毒元素，无需担心基质效应。研究证明，由于仪器具有自动调谐功能且维护要求低，因此可以轻松分析数千个样品。

配置建议及优势：

仪器配置	iCAP RQplus ICPMS, 配置如下： iCAP RQplus C1+AGD, XS
耗材配置	MicroMist 石英雾化器, iCAP Qa/Qc/RQ/RQplus/TQ 消耗品包
外围设备	冷却循环水
方案优势	1. 氩气稀释 (AGD) 是最简便的克服基体效应的方法，可以满足大量不同类型的食品和饮料样品的准确、精确、高效定量分析。 2. 采用 ICPMS 法，实现了极高灵敏度和宽的线性动态范围，使用户能够轻松满足 GB 5009.268-2016 标准中对营养元素和有毒元素高低含量的检测要求。 3. 仪器具有自动调谐功能且维护要求低，可以轻松分析数千个样品。

参考谱图 (数据)：

元素	R <sup>2</sup>	LOD	饮料样品中的MLOQ, DF=10	食品湿样品中的MLOQ, DF=25	食品干样品中的MLOQ, DF=100
7Li	0.9994	0.193	5.8	14.5	57.9
9Be	0.9997	0.002	0.05	0.11	0.45
23Na	0.9995	0.002	0.1	0.1	0.5
24Mg	0.9999	0.001	0.02	0.05	0.18
27Al	0.9994	0.001	0.02	0.05	0.19
31P	0.9999	0.012	0.4	0.9	3.6
39K	0.9995	0.006	0.2	0.4	1.7
44Ca	0.9998	0.006	0.2	0.4	1.7
52Cr	0.9994	0.015	0.5	1.1	4.5
55Mn	0.9999	0.0004	0.01	0.03	0.11
57Fe	0.9994	0.0005	0.01	0.04	0.15
59Co	0.9999	0.004	0.1	0.3	1.2

60Ni	0.9998	0.013	0.4	1.0	4.0
65Cu	0.9994	0.032	1.0	2.4	9.6
66Zn	0.9998	0.133	4.0	9.9	39.8
75As	0.9996	0.004	0.1	0.3	1.3
77Se	0.9997	0.015	0.5	1.2	4.6
111Cd	0.9997	0.005	0.1	0.4	1.5
118Sn	0.9993	0.013	0.4	0.9	3.8
121Sb	0.9999	0.013	0.1	1.0	3.9
140Ce	0.9999	0.001	0.02	0.06	0.23
202Hg	0.9998	0.003	0.1	0.2	0.9
208Pb	0.9997	0.001	0.03	0.08	0.30

表 2.3.2-1 各元素标曲线性、检出限和定量限。蓝色值以 mg/L 为单位, 其他值以 ug/L 为单位

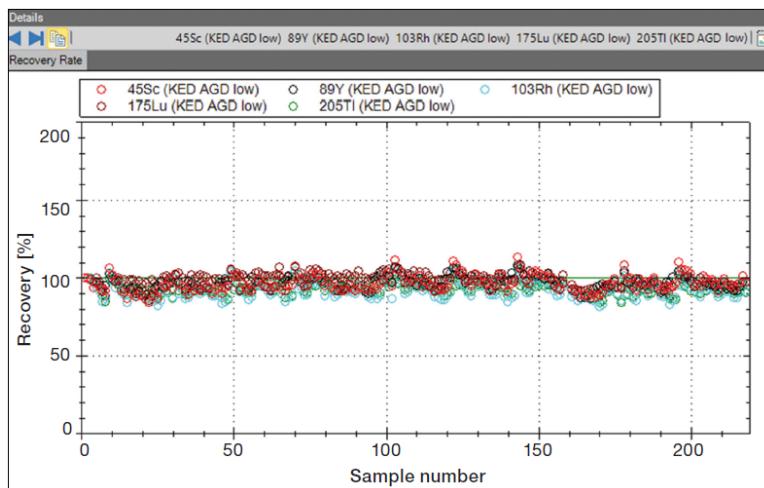


图 2.3.2-1 不同样品进行 9 小时以上的不间断测量, 内标 Sc、Y、Rh、Lu 和 Tl 的回收率 85–110%

元素	奶粉 CRM BCR 063		米粉 SRM 1568b		鱼 CRM DORM-3	
	n=16	稀释因子 =100	n=21	稀释因子 =100	n=10	稀释因子 =100
	认证值 ( mg/L )	平均回收 率 ( % )	认证值 ( mg/L )	平均回收 率 ( % )	认证值 ( mg/L )	平均回收 率 ( % )
23Na	4370±31	102±8	—	—	—	—
24Mg	1263±24	108±9	559±10	91±7	—	—
27Al	—	—	4.21±0.34	96±8	—	—

31P	$11100 \pm 130$	$93 \pm 8$	$1530 \pm 40$	$83 \pm 6$	-	-
39K	$17680 \pm 190$	$102 \pm 7$	$1282 \pm 11$	$95 \pm 5$	-	-
44Ca	$13490 \pm 100$	$103 \pm 8$	$118.4 \pm 3.1$	$103 \pm 10$	-	-
55Mn	-	-	$19.2 \pm 1.8$	$93 \pm 6$	-	-
57Fe	$2.32 \pm 0.23$	$93 \pm 4$	$7.42 \pm 0.44$	$99 \pm 8$	$347 \pm 20$	$92 \pm 3$
65Cu	$0.602 \pm 0.019$	$115 \pm 5$	$2.35 \pm 0.16$	$96 \pm 9$	$15.5 \pm 0.63$	$96 \pm 11$
66Zn	$49 \pm 0.6$	$82 \pm 6$	$19.42 \pm 0.26$	$101 \pm 9$	$51.3 \pm 3.1$	$91 \pm 3$
75As	-	-	$0.285 \pm 0.014$	$93 \pm 6$	$6.88 \pm 0.30$	$91 \pm 10$
78Se	0.129	$90 \pm 14$	$0.365 \pm 0.029$	$95 \pm 9$	-	-
111Cd	-	-	$0.0224 \pm 0.0013$	$91 \pm 5$	$0.290 \pm 0.020$	$104 \pm 4$
202Hg	-	-	$0.00591 \pm 0.00036$	$102 \pm 15$	$0.38 \pm 0.06$	$109 \pm 8$
208Pb	$0.0185 \pm 0.001$	$107 \pm 10$	-	-	$0.395 \pm 0.050$	$96 \pm 6$

表 2.3.2-2 实验中 CRM 和 RM 的 n 个单次测量的认证值、平均回收率和相关标准偏差

**参考资料:**

[1] AN 001533: *Accurate and robust long-term analysis of food and beverage samples using single quadrupole ICP-MS* (使用单四极杆 ICP-MS 准确可靠的实现食品及饮料样品长期分析)

## 1.4 重金属形态

### 离子色谱-电感耦合等离子体质谱法检测动物源性食品中 As 的形态

GB 5009.11-2014 食品安全国家标准 食品中总砷及无机砷的测定

采用 IC-ICPMS 联用方法，采用阴离子色谱柱 Dionex IonPac AS7，碳酸铵作为流动相，梯度洗脱方式，对于 10 种砷形态分离效果好，能在 900s 完成 10 种砷的快速准确分析，是一种有效可行的对动物性食品当中砷形态的分析方法。

配置建议及优势：

仪器配置	iCAP RQplus ICPMS/TQe ICPMSMS+IC/LC，配置如下： iCAP RQplus C1+AGD, XS/iCAP TQe C2+AGD, XS IC/LC
耗材配置	MicroMist 石英雾化器，iCAP Qa/Qc/RQ/RQplus/TQ 消耗品包 Dionex IonPac AS7 ( 4 × 250mm )
外围设备	冷却循环水
方案优势	1. 采用 Dionex IonPac AS7 可以达到完全基线分离的效果，分离 10 种不同的砷形态，完全优于其它色谱柱分离效果，能够满足实际分析要求。 2. 采用 IC-ICPMS 法，满足 GB 5009.11-2014 标准中对砷形态的检测要求。 3. 赛默飞有 IC/LC 和 ICPMS 仪器，有匹配的软件和硬件连接，以及大量的可选择性高的色谱柱可供选择，便于联用做元素形态。

参考谱图（数据）：

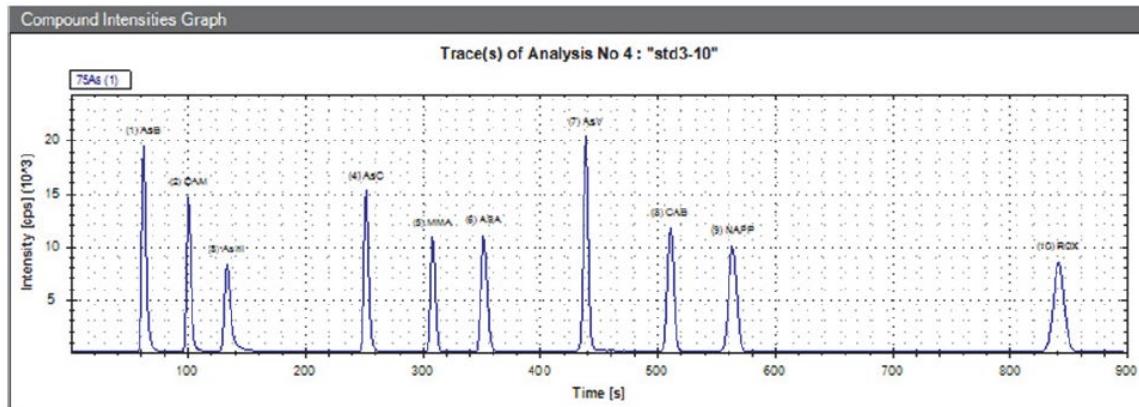


图 2.4.1-1 10 种不同 As 形态色谱分离图

砷形态	猪肉	猪肉+5ug/L 回收率%	猪肉+25ug/L 回收率%	猪肉+50ug/L 回收率%	方法检出限 ( ug/kg )
AsB	ND	108	110	108	0.75
DMA	ND	117	106	110	1.0
As III	18.9	86	87	85	1.5
AsC	ND	111	102	109	1.0
MMA	ND	94	91	96	1.25

AsA	ND	96	93	99	1.25
AsV	ND	84	85	84	1.5
CAB	ND	92	97	93	1.25
NAPP	ND	95	94	87	1.25
ROX	ND	94	91	89	1.5

表 2.4.1-1 样品测定结果及加标回收率 (ND 为低于方法检出限, 未检出)

参考资料:

[1] AN\_C\_ICPMS-18: IC-ICP-MS 分析动物源性食品中 As 的形态

## 离子色谱-电感耦合等离子体质谱法检测 Hg 的形态

GB 5009.17-2021 食品安全国家标准 食品中总汞及有机汞的测定

采用 IC-ICPMS 联用方法，建立了采用人工肠液对安宫牛黄丸浸提方法，对浸提液进行酸处理和直接过滤膜，分别测定可溶性汞和形态汞，完全满足市场上对安宫牛黄丸中汞分析需求。

### 配置建议及优势：

仪器配置	iCAP RQplus ICPMS/TQe ICPMSMS+IC/LC，配置如下： iCAP RQplus C1+AGD, XS/iCAP TQe C2+AGD, XS; IC/LC
耗材配置	MicroMist 石英雾化器, iCAP Qa/Qc/RQ/RQplus/TQ 消耗品包 Acclaim 120 C18, 5um, 2.1×50mm
外围设备	冷却循环水
方案优势	1. IC-ICPMS 法，满足 GB 5009.17-2021 标准中对汞形态的检测要求。 2. 赛默飞有 IC/LC 和 ICPMS 仪器，有匹配的软件和硬件连接，以及大量的可选择性高的色谱柱可供选择，便于联用做元素形态。

### 参考谱图（数据）：

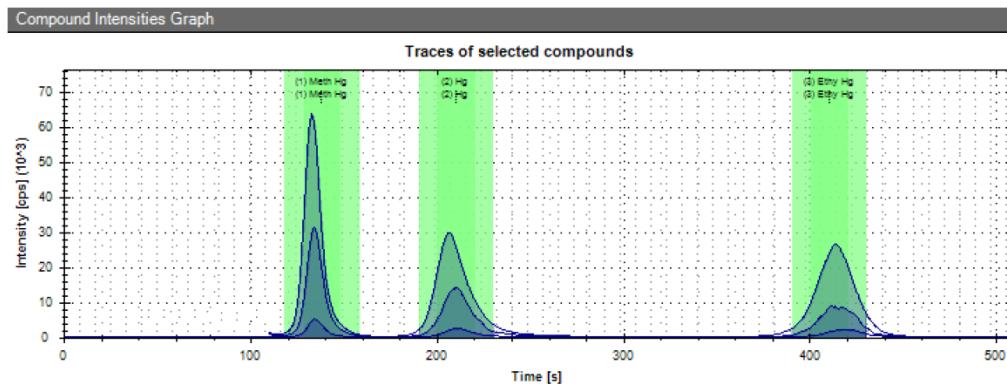


图 2.4.2-1 不同 Hg 形态色谱分离图

mg/kg	甲基汞	Hg <sup>2+</sup>	乙基汞
20160611-1	ND	ND	ND
20160611-2	ND	ND	ND
20160611-1+1ug/L 回收率%	96	95	101
20160705-1	ND	ND	ND
20160705-2	ND	ND	ND
方法检出限	0.1	0.1	0.1

表 2.4.2-1 样品测定结果及加标回收率 (ND 为低于方法检出限, 未检出)

### 参考资料：

[1] AN\_C\_ICPMS\_3\_201703Y: iCAP RQ ICPMS 测定安宫牛黄丸中的形态汞及游离汞

## 1.5 二噁英

### 气相色谱串联质谱法检测二噁英

采用加速溶剂萃取仪为前处理设备，对样品进行前处理，经过净化、浓缩、定容后采用配备了 AEI 源的高灵敏度 GC-MS/MS 对样品中的二噁英组分进行分析检测。整个方法前处理简单、快速，仪器稳定性好、灵敏度高，适用于痕量二噁英的检测。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 TSQ9610 三重四极杆质谱仪配备 AEI 源 AS1610 液体自动进样器
耗材配置	TG-Dioxin (60 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26266-1540)
外围设备	Extreva™ ASE™ 加速溶剂萃取仪
方案优势	1. 方法简单、仪器操作简单、灵敏度高、质量精度好、线性相关系数好。 2. 可利用变色龙软件实现二级内标定量。 3. 方法定量限低于 WHO-TEQ 限值的 1/5，提升了分析的准确性。

#### 参考谱图（数据）：

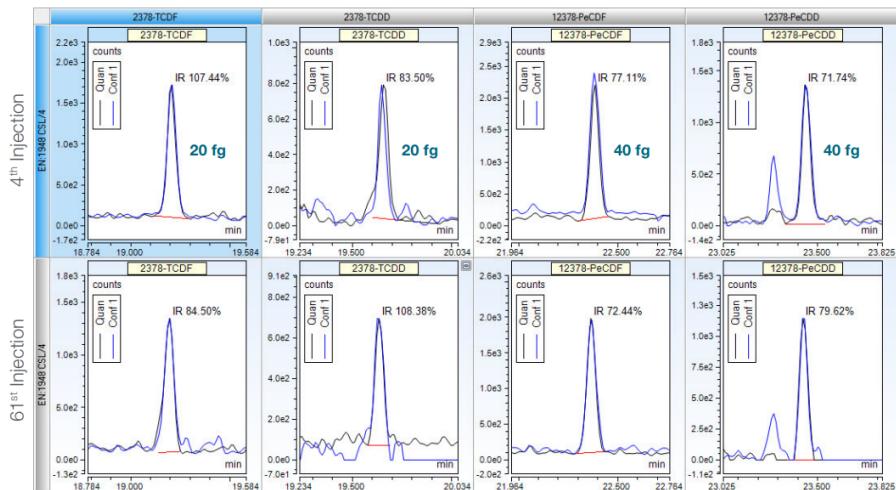


图 2-5 第 4 次和第 61 次进样四氯和五氯二噁英组分在 LOQ 浓度的 MS 组分图

#### 参考资料：

[1] Application Note 001984: Low level quantification of PCDD/Fs in animal feed using the Thermo Scientific TSQ 9000 triple quadrupole GC-MS/MS system with AEI source

## 基于 DFS 磁质谱检测样品中 17 种二噁英

使用高分辨双聚焦磁式质谱仪 DFS, TR-DIOXIN-5MS 专用色谱柱对样品中 17 种二噁英的含量的检测方法进行了气相色谱质谱方法开发及条件优化。

### 配置建议及优势:

仪器配置	TRACE 1610 GC 带 SSL 分流/不分流进样口 DFS 高分辨双聚焦磁式质谱仪 Triplus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-Dioxin ( 60 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26266-1540)
方案优势	1. 17 种目标物的仪器检出限: 四氯~五氯代二噁英类均≤0.1 pg, 六氯~七氯代二噁英类均≤0.2 pg, 八氯代二噁英类均≤0.5 pg, 满足 HJ 77.2-2008 仪器检出限要求 2. 可实现二级内标定量。 3. 二噁英各单体都有很好的分离度

### 参考谱图 (数据) :

同类别	平行样品编号(ng/ml)						标准偏差	检出限
	CS1-1	CS1-2	CS1-3	CS1-4	CS1-5	CS1-6		
2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDF	0.49	0.51	0.5	0.5	0.51	0.5	0.008	0.02
1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDF	2.5	2.51	2.5	2.49	2.53	2.5	0.014	0.04
2,3,4,7,8-P <sub>5</sub> CDF	2.46	2.52	2.47	2.52	2.52	2.48	0.028	0.08
1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDF	2.51	2.5	2.43	2.44	2.51	2.51	0.038	0.1
1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF	2.48	2.49	2.48	2.5	2.53	2.5	0.019	0.06
2,3,4,6,7,8-H <sub>6</sub> CDF	2.55	2.45	2.5	2.52	2.5	2.52	0.033	0.1
1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDF	2.54	2.52	2.42	2.51	2.53	2.49	0.044	0.1
1,2,3,4,6,7,8-H <sub>7</sub> CDF	2.49	2.53	2.48	2.48	2.47	2.48	0.021	0.06
1,2,3,4,7,8,9-H <sub>7</sub> CDF	2.5	2.53	2.5	2.51	2.45	2.49	0.027	0.08
O <sub>8</sub> CDF	4.81	4.81	4.98	4.77	4.86	4.98	0.091	0.3
2,3,7,8-T <sub>4</sub> CDD	0.48	0.48	0.5	0.48	0.49	0.5	0.010	0.03
1,2,3,7,8-P <sub>5</sub> CDD	2.47	2.51	2.52	2.54	2.49	2.47	0.028	0.08
1,2,3,4,7,8-H <sub>6</sub> CDD	2.45	2.52	2.43	2.49	2.53	2.48	0.039	0.1
1,2,3,6,7,8-H <sub>6</sub> CDD	2.51	2.47	2.52	2.44	2.54	2.48	0.037	0.1
1,2,3,7,8,9-H <sub>6</sub> CDD	2.53	2.48	2.5	2.6	2.6	2.48	0.056	0.2
1,2,3,4,6,7,8-H <sub>7</sub> CDD	2.46	2.58	2.5	2.55	2.53	2.5	0.042	0.1
O <sub>8</sub> CDD	5.16	5.02	5.01	5.02	5.02	5.01	0.059	0.2

图 2-5 仪器检出限数据

### 参考资料:

[1] AN\_21024: 高分辨气相色谱-高分辨质谱法测定废气提取液样品中 17 种二噁英

## 基于 DFS 磁质谱检测食品中二噁英类多氯联苯

GB 5009.205-2013 食品安全国家标准 食品中二噁英及其类似物毒性当量的测定

采用加速溶剂萃取仪为前处理设备, 对沉积物及鱼肉样品进行前处理, 经净化、浓缩、定容后采用 DFS 对样品中的 18 种指示性和二噁英类多氯联苯进行分析检测。整个方法前处理简单、快速, 仪器稳定性好、灵敏度高, 适用于沉积物及鱼肉样品中中超痕量 PCBs 的检测。

### 配置建议及优势:

仪器配置	TRACE 1610 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 DFS 双聚焦磁式质谱仪 Triplus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-Dioxin (60 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26266-1540)
外围设备	Extreva <sup>TM</sup> ASE <sup>TM</sup> 加速溶剂萃取仪
方案优势	1. 方法前处理简单, 灵敏度高、选择性好、线性相关系数好。 2. 利用 TG-Dioxin 分离 18 种 PCBs, 所有组分均能实现良好分离。 3. DFS 动态分辨率 10000, 可有效分离样品中干扰物质。

### 参考谱图(数据):

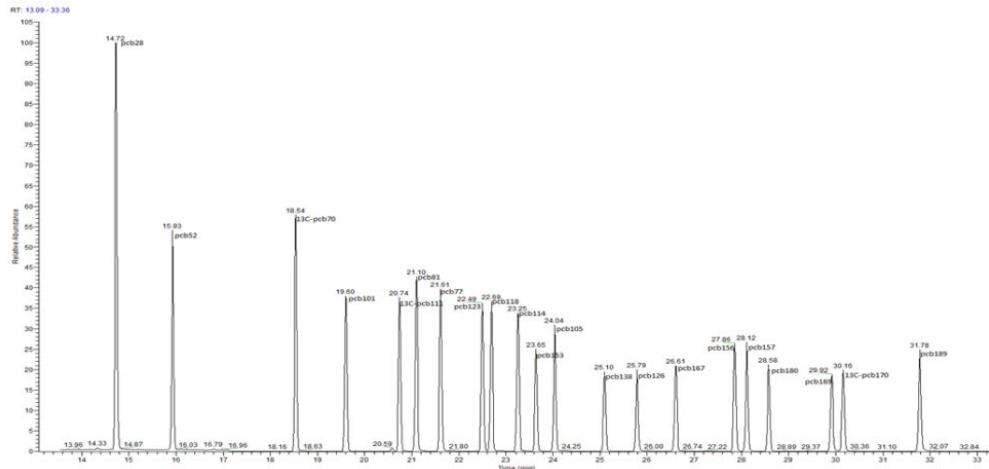


图 2-3 2.5 ng/mL 的 18 种 PCBs 全扫描色谱图

### 参考资料:

[1] Application Note 21015: 沉积物及鱼肉组织 18 种指示性和二噁英类多氯联苯的测定高分辨气相色谱-高分辨质谱法

## 1.6 高氯酸盐

### 离子色谱法/离子色谱串联质谱法检测高氯酸盐

GB 5009.291-2023 食品安全国家标准 食品中氯酸盐和高氯酸盐的测定

试样采用相应的方法提取和净化，经沉淀蛋白质、除去脂肪后，以氢氧化钾溶液为淋洗液，阴离子交换柱分离，电导检测器进行检测。该方法可有效排除样品中共存的高浓度常见阴离子对高氯酸盐测定的干扰，方法稳定性好。针对复杂样品分析可采用离子色谱串联质谱，抑制器将强碱性淋洗液转化为纯水，可大大降低质谱的基线噪音，从而获得更高的分析灵敏度。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Inuvion-RFIC 离子色谱，配置如下： Inuvion-RFIC， AS-DV 自动进样器，可选配 TSQ 质谱仪
耗材配置	AS20 分析柱，4 × 250 mm, (P/N 063148) AG20 保护柱，4 × 50 mm, (P/N 063154) ADRS600(4mm)抑制器，(P/N 088666W2Y) EGC 500 KOH, (PN:075778) CR-ATC 600, (PN:088662)
方案优势	1. 高亲水性 IonPac AS20 阴离子色谱柱可分析食品中高氯酸盐，目标物及与常规离子之间分离度良好，无相互干扰，色谱柱耐用性好。 2. 采用 Inuvion-RFIC，测定食品中高氯酸盐，方法抗干扰能力强，稳定性好，具有高的灵敏度、检出限，能够满足食品中高氯酸盐的检测需求。 3. 针对一些复杂样品可选配 TSQ 质谱仪获得更高灵敏度，满足 GB 5009.291-2023 标准中对高氯酸盐的检测的要求。

#### 参考谱图（数据）：

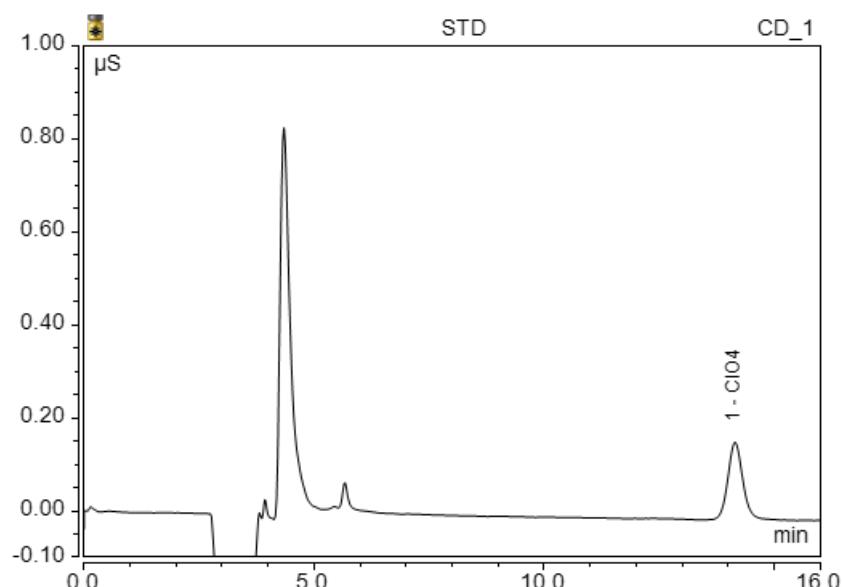


图 2.6-1 标准溶液谱图

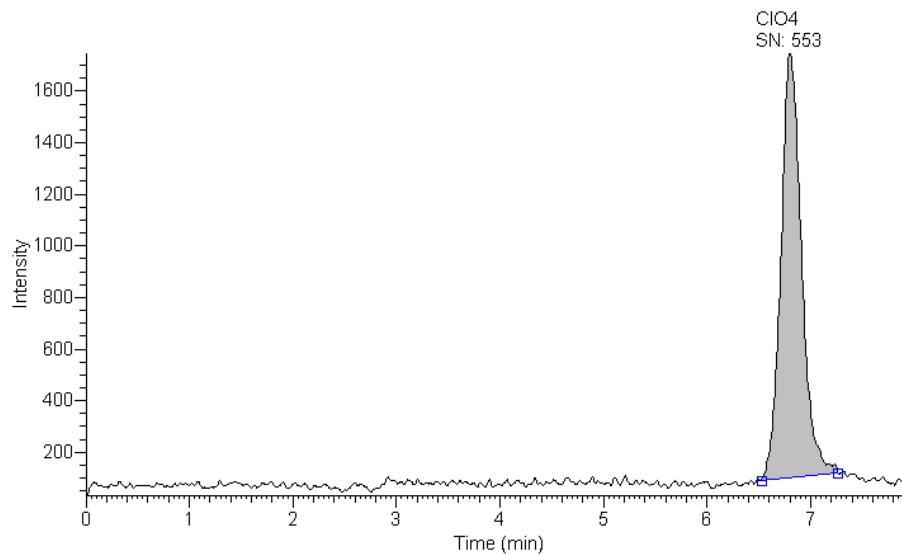


图 2.6-2 0.02  $\mu\text{g/L}$  高氯酸盐标准溶液谱图

( 1-高氯酸盐 )

#### 参考资料:

- [1] AB\_C\_IC-5\_离子色谱-质谱法测定乳制品中的高氯酸.
- [2] AN\_C-2016-IC-003-离子色谱质谱法检测茶叶中的高氯酸盐.
- [3] 杨佳佳, 杨奕, 张晶等. 离子色谱-串联质谱同时测定蔬菜中的溴酸盐和高氯酸盐[J]. 卫生研究, 2012, 41(02):273-278.
- [4] 高峰, 刘岩, 孔维恒等. 离子色谱-质谱测定碳酸饮料中的亚氯酸盐、氯酸盐和高氯酸盐[J]. 食品科学, 2013, 34(22):261-265.

## 液相色谱串联质谱法检测饮用水中的高氯酸盐

应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，使用 Acclaim Trinity P1 色谱柱，建立高氯酸盐的定量测定方法。结果表明在 0.5–100 ng/mL 浓度范围内，高氯酸盐的线性相关系数为 0.9996；在 5、20.0、50.0 ng/mL 三个不同浓度水平样品加标回收率在 89.6% – 100.3% 之间，相对标准偏差在 2.0% 以内。该方法前处理简单，检测结果稳定可靠，灵敏度高，能够满足生活饮用水、地表水、地下水、瓶装水等水质中高氯酸盐的检测。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Fortis Plus 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Acclaim Trinity P1, 100mm*2.1mm, 3 $\mu$ m ( P/N: 075565 )
外围设备	无
方案优势	1. 使用 Acclaim Trinity P1 色谱柱，使高氯酸盐在色谱分离上得到有效保留，保留时间 4.03min，峰型良好； 2. 分析方法快速且灵敏度高，线性相关系数，准确性及精密度均符合相应要求，可以满足日常检测需求。

### 参考谱图（数据）：

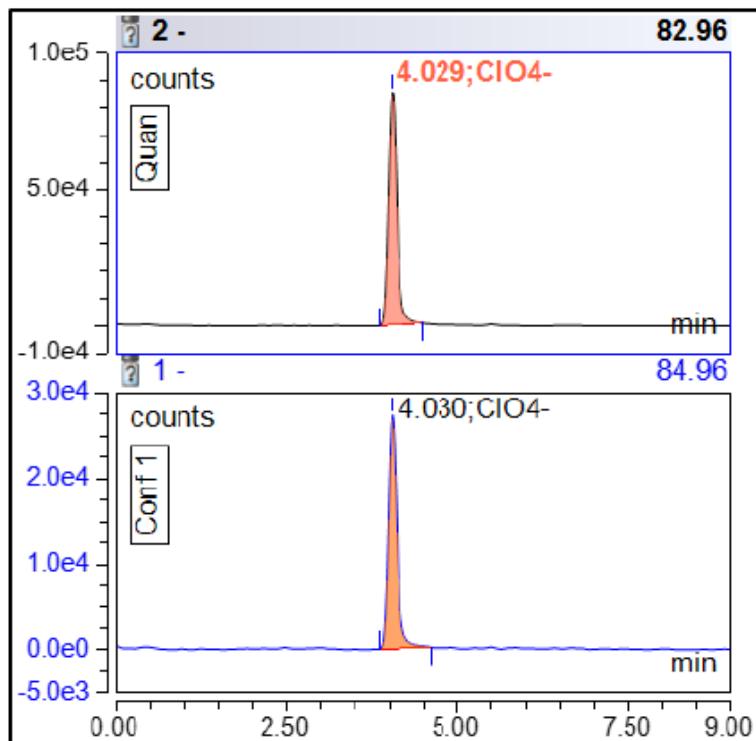


图 1. 高氯酸盐定量定性离子流图

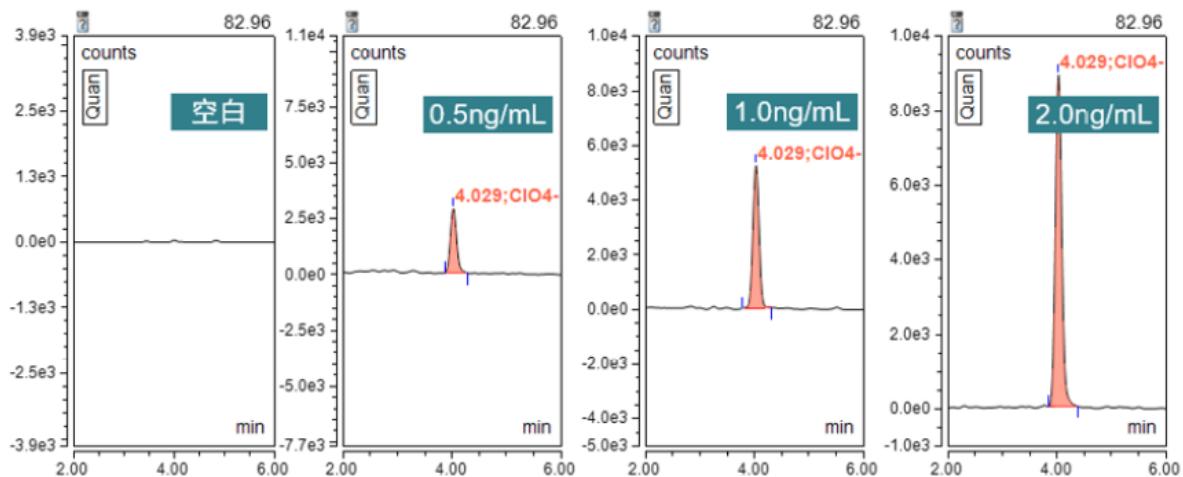


图 2. 溶剂空白和不同浓度的高氯酸盐的色谱图

**参考资料:**

[1] AN\_LSMS\_23015: 液相色谱串联质谱法测定饮用水中的高氯酸盐

## 1.7 真菌毒素

### 液相色谱串联质谱法快速测定 38 种真菌毒素

NYT3803-2020 饲料中 37 种霉菌毒素的测定 液相色谱-串联质谱法

应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，建立了同时测定 38 种真菌毒素定量分析的方法。方法灵敏度高、专属性强、重现性好，可以满足农业农村部关于真菌毒素的检测要求，可为该类化合物的提供有效的技术支持，进行准确的定量分析。

配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Acclaim RSLC 120 C18 100 x 2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 068982 )
外围设备	无
方案优势	1. 色谱分析时间优化至 8min，一针进样同时测定 38 种真菌毒素，提高分析效率； 2. 38 种化合物在 0.5/10 ng/mL-500ng/mL 浓度范围内线性关系良好 ( R <sub>2</sub> 均大于 0.99 )，LOQ 在 0.5-10 ng/mL 之间，LOD 在 0.1-5 ng/mL 之间。本方法专属性强，灵敏度完全符合标准要求，适用于 38 种真菌毒素的检测。

参考谱图（数据）：

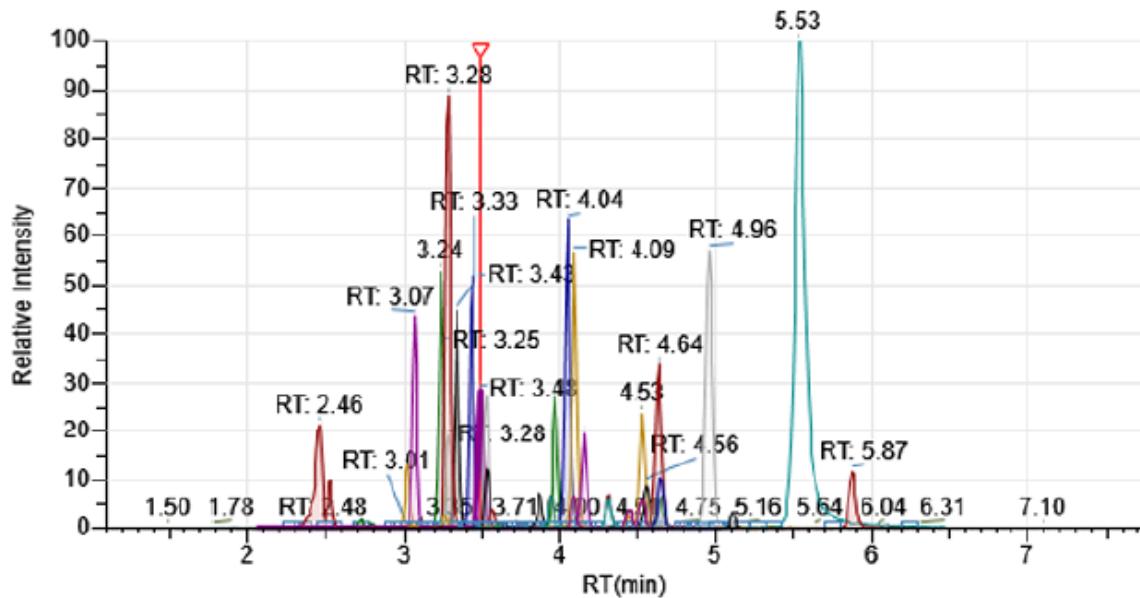


图 1. 38 种真菌毒素提取离子流图

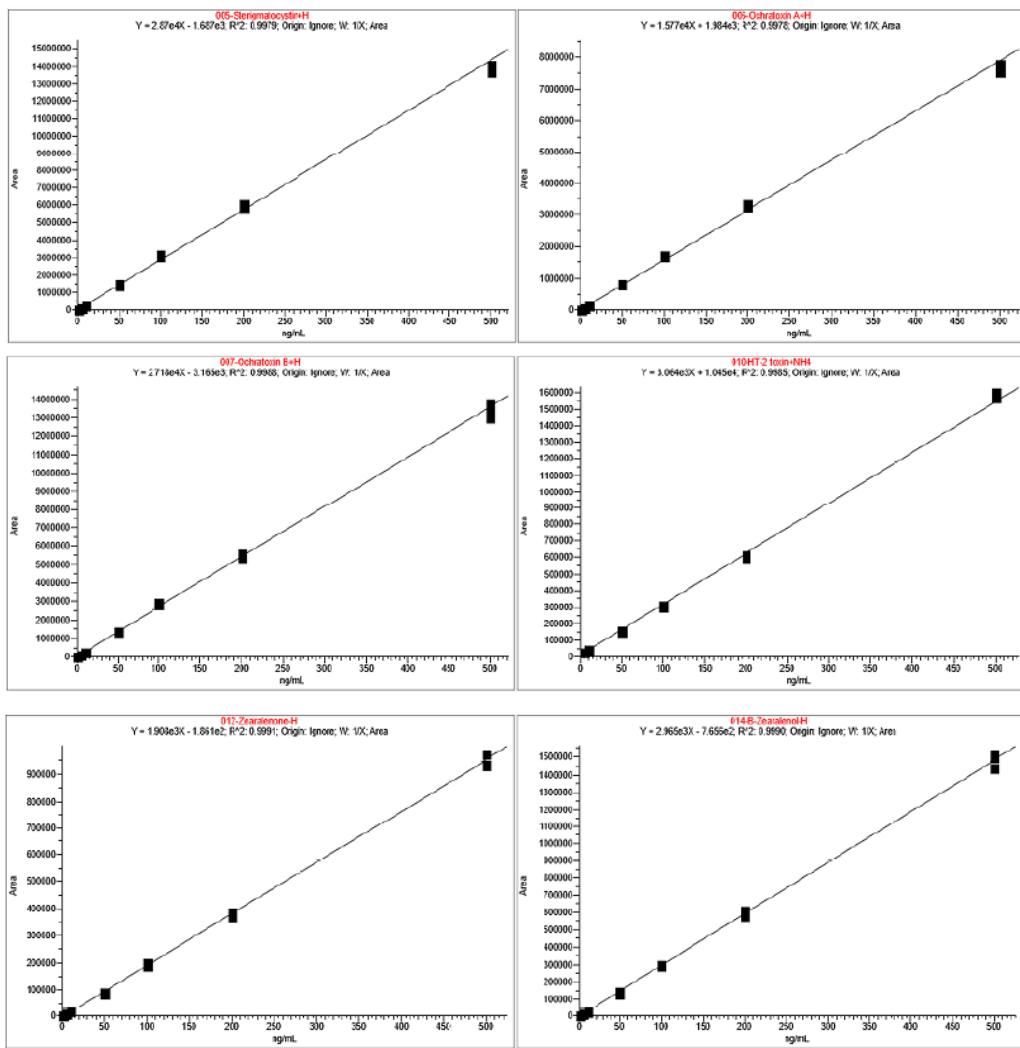


图 2. 部分化合物标准曲线图

### 参考资料:

[1] AN\_22077\_LSMS: 全新三重四极杆 TSQ Quantis Plus 快速测定 38 种真菌毒素

## 1.8 有机污染物

### 气相色谱串联质谱法同时检测 16 种多环芳烃

采用 EXTREVA ASE 加速溶剂萃取仪为前处理设备，可一次处理多达 16 个样品，上样后可自动萃取、浓缩并准确定容，后采用 GC-MS 或 GC-MS/MS 分析检测多环芳烃。方法前处理简单、快速，仪器稳定性好、灵敏度高，GC-MS/MS 相比 GCMS 具有更好的抗干扰能力，灵敏度更高。

配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 ISQ7610 单四极杆质谱仪或 TSQ9610 三重四极杆质谱仪 AS1610 液体自动进样器
耗材配置	TG-5SILMS ( 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26096-1420 )
外围设备	Extreva™ ASE™ 加速溶剂萃取仪
方案优势	1. Extreva ASE 可实现有机化合物的萃取、蒸发，无缝运行，具有省时、样品和溶剂用量少，可实现无人值守运行等优点。 2. 具有灵敏度高，线性范围宽，稳定性好的特点。

参考谱图：

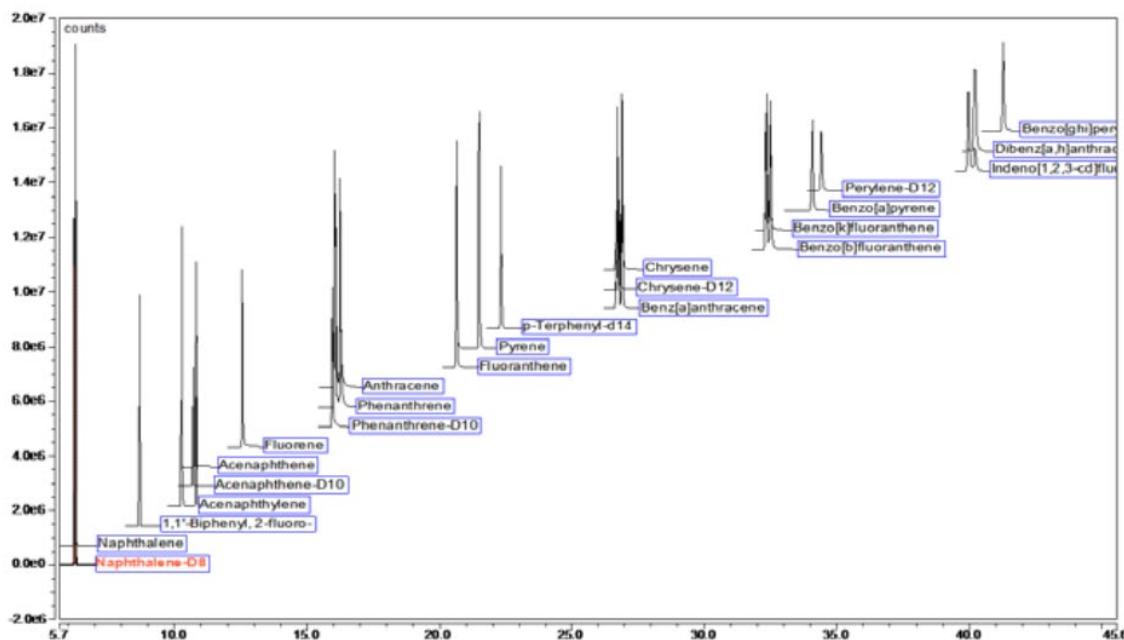


图 2-6 16 种多环芳烃 0.5 μg/mL 标准溶液 SIM 谱图

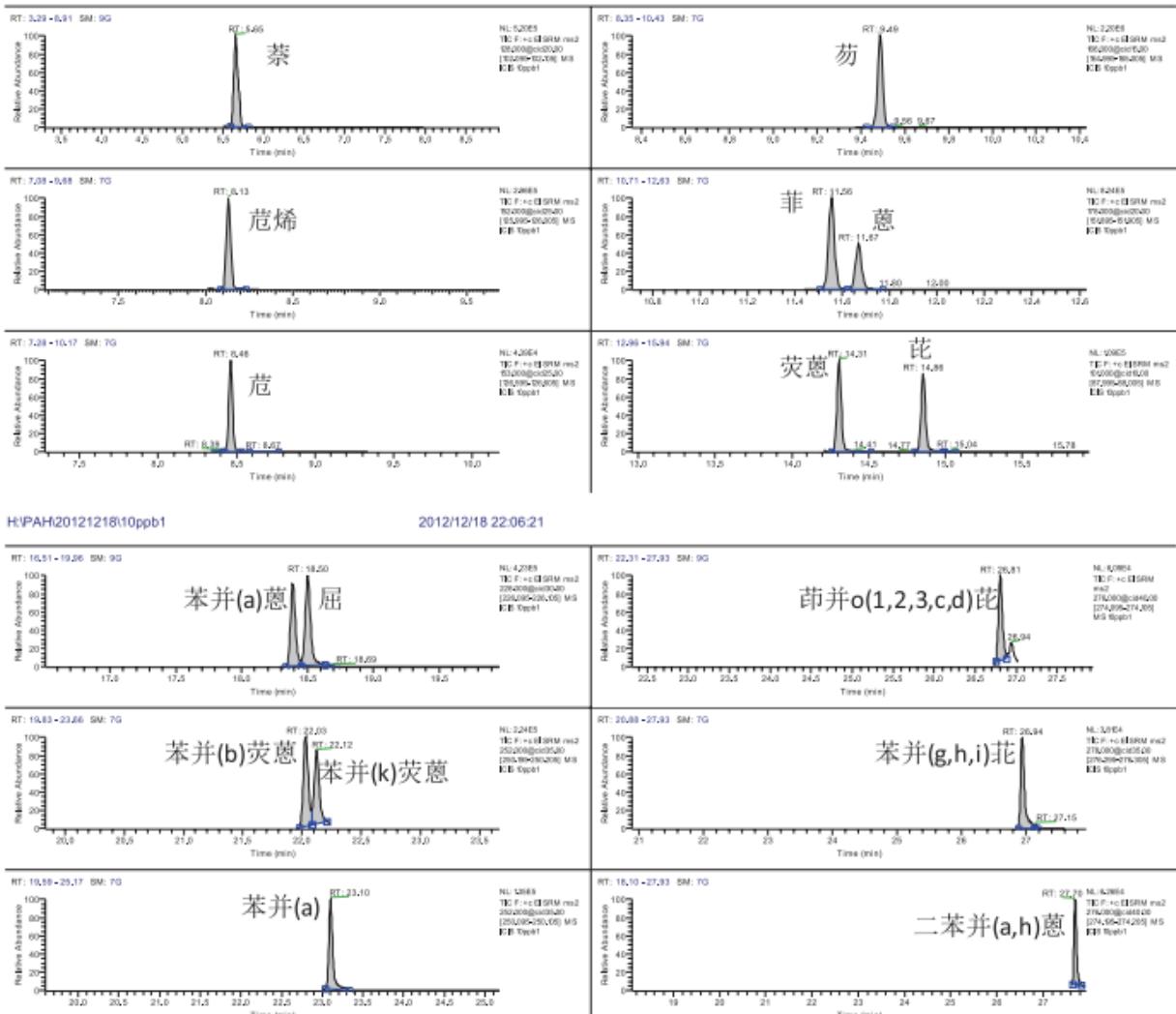


图 2-7 16 种多环芳烃 10  $\mu\text{g}/\text{L}$  SRM 谱图

## 参考资料:

- [1] Application Note 001106: 使用 Extreva™ ASE™ 加速溶剂萃取法和 GC-MS 测定土壤中的多环芳烃 (PAH)  
[2] Application Note CM0090: 三重四极杆气质联用法测定食品包装材料中 16 种多环芳烃

## 气相色谱串联质谱-全自动在线前处理分析食品中氯丙醇酯和缩水甘油酯

GB 5009.191-2024 《食品中氯丙醇及其脂肪酸酯、缩水甘油酯的测定》

采用智达 InLab 全自动样品前处理及多功能进样平台进行样品的自动前处理、自动配制校准曲线和进样等工作，使用 TSQ9610 GC-MS/MS 进行样品分析，该方案简便、快速、自动化程度高、样品通量高，并且配置了带反吹功能的 PTV 进样口，减轻了衍生用苯基硼酸试剂对色谱系统和离子源的污染，系统抗污染能力和耐用性显著增强。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 气相色谱仪，配备带反吹功能的程序升温进样口 TSQ9610 三重四极杆质谱仪 智达 InLab 全自动样品前处理及多功能进样平台
耗材配置	TG-5SILMS (15 m×0.25 mm×0.25 m)*2 P/N: 26096-1300
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>采用全自动样品前处理及多功能进样平台进行样品的自动前处理和进样，可自动配制校准标样和加标回收样品，自动添加内标，前处理过程和进样过程全部自动。</li><li>TSQ 9601 独特的空气冷却 PTV 反吹进样口，采用柱中反吹模式，降低衍生试剂苯基硼酸对仪器的污染，增强系统抗污染能力和耐用性；</li><li>仪器稳定性好，数据可靠性高，回收率结果优秀，完全符合新国标的检测要求。</li></ol>

### 参考谱图：

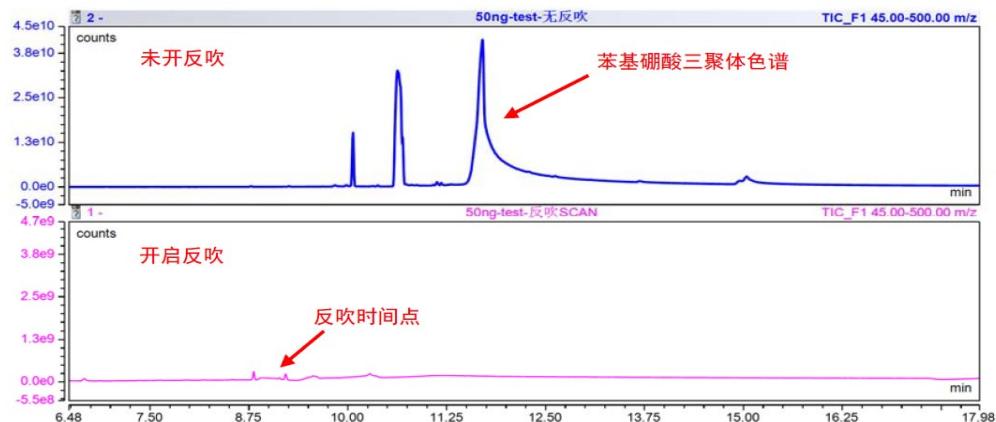


图 3. 不开反吹与开启反吹全扫描 TIC 图的对比

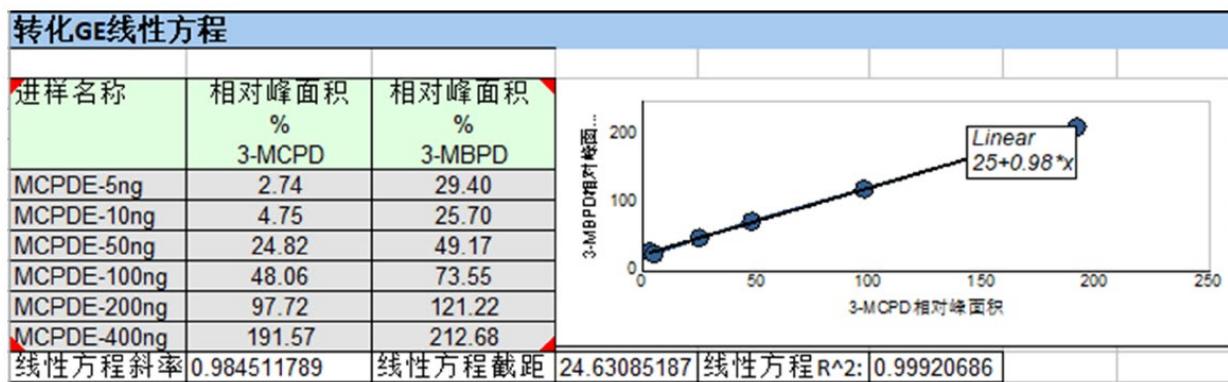


图 5. 变色龙软件自动生成 3-MCPDE 转化曲线

### 参考资料:

- [1] GB 5009.191-2024 《食品中氯丙醇及其脂肪酸酯、缩水甘油酯的测定》  
 [2] AN\_24050\_GCMS: TSQ9610 三重四极杆气质联用仪结合全自动在线前处理平台分析食品中的氯丙醇酯和缩水甘油酯

## 气相色谱串联质谱测定食品中的 N-亚硝胺类化合物

GB2762-2022 《食品安全国家标准食品中污染物限量》

GB 5009.26-2023 《食品安全国家标准 食品中 N-亚硝胺类化合物的测定》

采用气相色谱-电子轰击-串联质谱仪 (GC-EI-MS/MS) 建立了食品中 NDMA 的分析方法, 方法学验证结果表明, 方法灵敏度高, 重复性好, 前处理简单且回收率良好, 可应用于肉制品及水产品中 NDMA 的定量分析。

### 配置建议及优势:

仪器配置	TRACE 1600 气相色谱仪, 气相色谱仪配备程序升温 (PTV) 进样口 TSQ9610 三重四极杆质谱仪 AS1610 液体自动进样器
耗材配置	TG-WAXMS 30 m*0.25 mm*0.25 m (P/N: 26088-1420)
外围设备	无
方案优势	1. 用配 PTV 进样口的气相色谱-电子轰击-串联质谱仪 (GC-EI-MS/MS) 建立了食品中 NDMA 的分析方法, 方法学验证结果表明, NDMA 在 0.25~20 ng/mL 浓度范围内线性判定系数为 0.9995。 2. TSQ 9601 独特的空气冷却 PTV 反吹进样口, 采用柱中反吹模式, 降低仪器的污染, 增强系统抗污染能力和耐用性; 3. 仪器稳定性好, 数据可靠性高, 回收率结果优秀, 完全符合新国标的检测要求。

### 参考谱图:

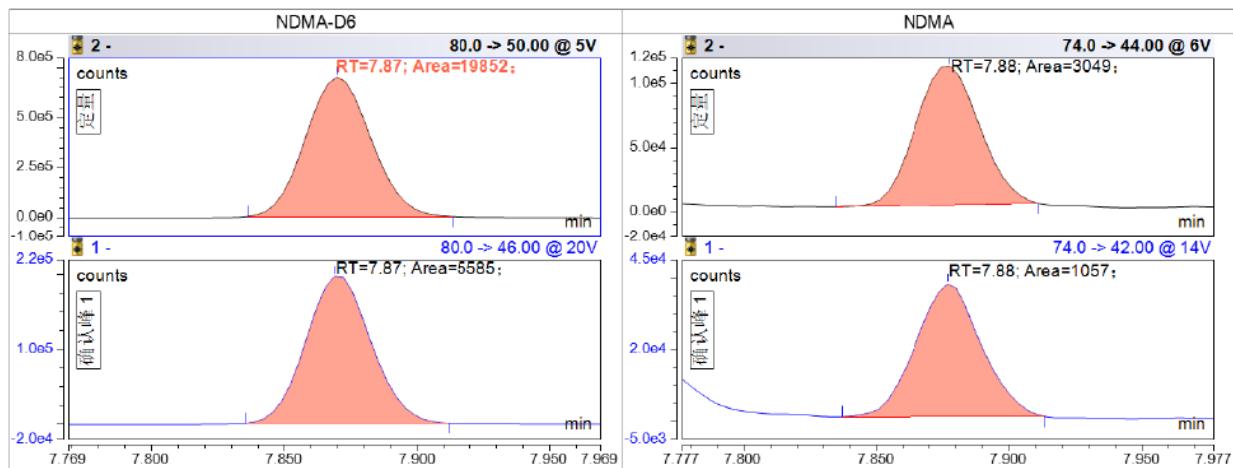


图 1 标准品溶液谱图 (5 ng/mL NDMA-D6 与 1 ng/mL NDMA)

### 参考资料:

[1] AN\_GCMS\_23062: 采用 TSQ 9610 三重四极杆气质联用仪测定食品中的 N-二甲基亚硝胺

## 液相色谱串联质谱法同时检测 17 种全氟化合物

全氟化合物是一类具有具有特殊化学性质的化合物，其极大的稳定性导致该类化合物难以在环境介质中降解，并且在生物体内蓄积。全氟化合物还具有生殖毒性、诱变毒性、发育毒性、神经毒性、免疫毒性等多种毒性，是一类具有全身多脏器毒性的环境污染物。应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，同时定量测定多种全氟化合物，方法简便、灵敏度高、选择性强，具有良好的重现性和线性范围，适合测定环境及食品中的全氟类有机污染物。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	分析柱: Acclaim RSLC 120 C18, 100x2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 068982 ) Trap 柱: Acclaim RSLC 120 C18, 50 x 2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 068981 )
外围设备	无
方案优势	1. 同时测定多种全氟化合物，通量高； 2. 检测方法特异性强，灵敏度高，线性范围广，满足日常检测需求。

### 参考谱图（数据）：

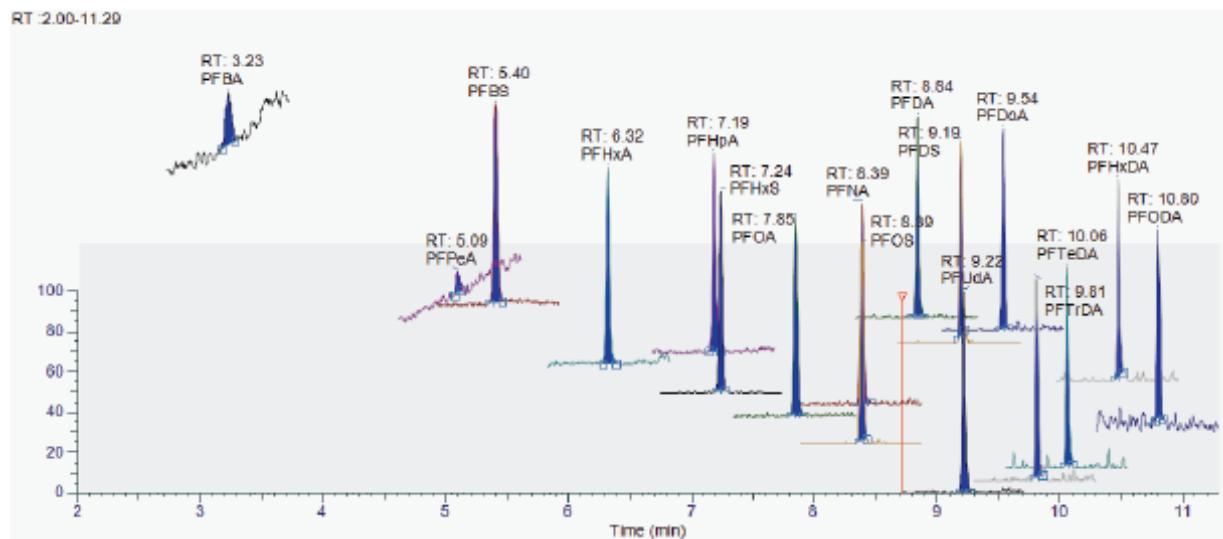


图 1. 20 pg/mL 混标中 17 种外标化合物提取离子流色谱叠加图

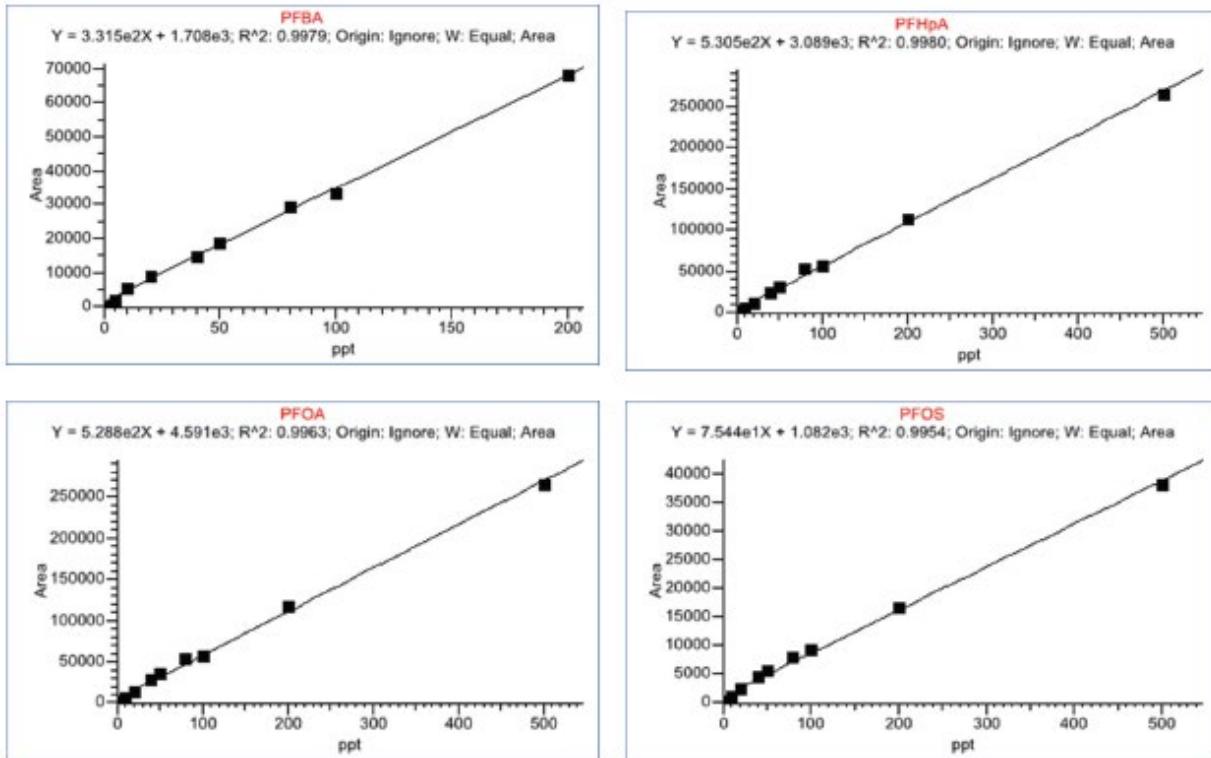


图 2. 混标中代表性化合物 PFBA、PFHpA、PFOA、PFOS 标准曲线

参考资料:

[1] AN\_19042\_LSMS: 赛默飞新一代液质联用系统 TSQ Altis 同时分析检测 17 种全氟化合物

## 1.9 食品接触材料及其制品

### 电感耦合等离子体质谱法检测食品包装用纸种的金属杂质元素

GB 31604.49-2023 食品安全国家标准 食品接触材料及制品 多元素的测定和多元素迁移量的测定

赛默飞 ICPMS 具有可多元素同时测定、灵敏度高、动态范围宽等优点，可以满足食品包装用纸中金属杂质元素的测定。

**配置建议及优势：**

仪器配置	iCAP RQplus ICPMS, 配置如下： iCAP RQplus C1+AGD, XS
耗材配置	MicroMist 石英雾化器, iCAP Qa/Qc/RQ/RQplus/TQ 消耗品包
外围设备	冷却循环水
方案优势	1. 采用四极杆碰撞反应池，氦气作为动能歧视效应（KED）的碰撞气体，结合四极杆质量筛选功能，使消除多原子离子干扰更彻底，获得低的检出限水平，满足测试需求。 2. 采用 ICPMS 法，具有高灵敏度和宽的线性动态范围，满足 GB 31604.49-2023 标准中对多元素迁移量的检测要求。

**参考谱图（数据）：**

元素	R <sup>2</sup>	BEC ( ug/kg )	IDL ( ug/kg )
52Cr	0.9999	0.019	0.0010
60Ni	0.9999	0.038	0.0118
75As	0.9999	0.005	0.0091
111Cd	0.9999	0.001	0.0026
121Sb	1.0000	0.009	0.0033
137Ba	0.9999	0.015	0.0164
202Hg	0.9999	0.003	0.0023
208Pb	0.9999	0.010	0.0013

表 2.10-1 各元素标曲线性、背景等效浓度和检出限

**参考资料：**

[1] AN-2016-18 ICPMS: iCAP RQ ICP-MS 根据 GB31604.49-2016 测定食品包装用纸中元素

## 液相色谱串联质谱法检测食品接触材料中的全氟类物质

全氟化合物是一类具有具有特殊化学性质的化合物，其极大的稳定性导致该类化合物难以在环境介质中降解，并且在生物体内蓄积。食品包装材料中全氟类物质的测定，也关系到食品安全和人体健康。应用赛默飞 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，同时定量测定多种全氟化合物，方法简便、灵敏度高、选择性强，具有良好的重现性和线性范围，适合食品接触材料中的全氟类物质定量测定。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	分析柱: Acclaim RSLC 120 C18, 100x2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 068982 ) Trap 柱: Acclaim RSLC 120 C18, 50 x 2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 068981 )
外围设备	无
方案优势	1. 同时测定 17 种全氟化合物，通量高； 2. 检测方法特异性强，灵敏度高，线性范围广，满足日常检测需求。

### 参考谱图（数据）：

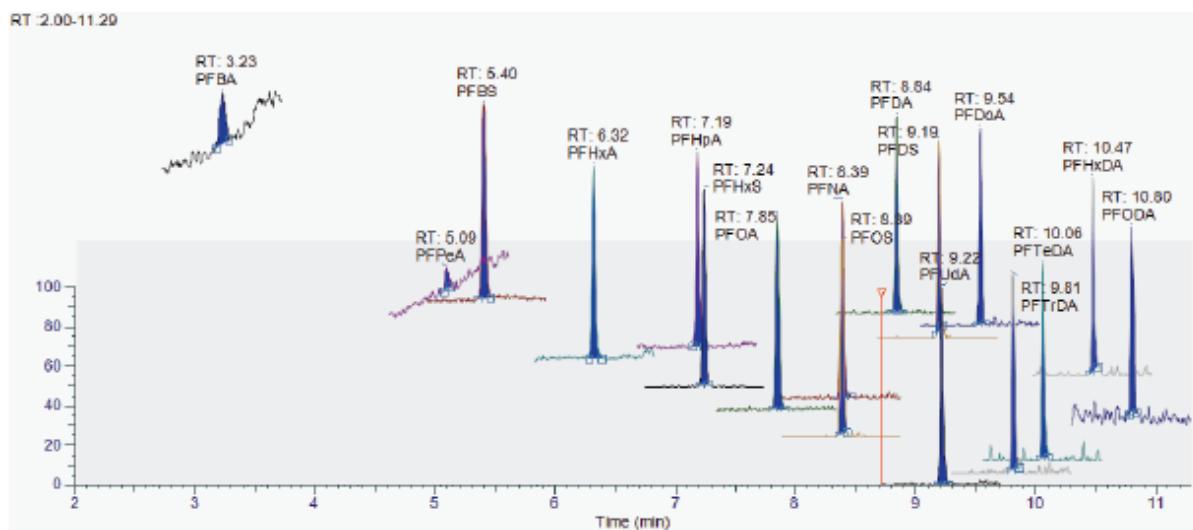


图 1. 20 pg/mL 混标中 17 种外标化合物提取离子流色谱叠加图

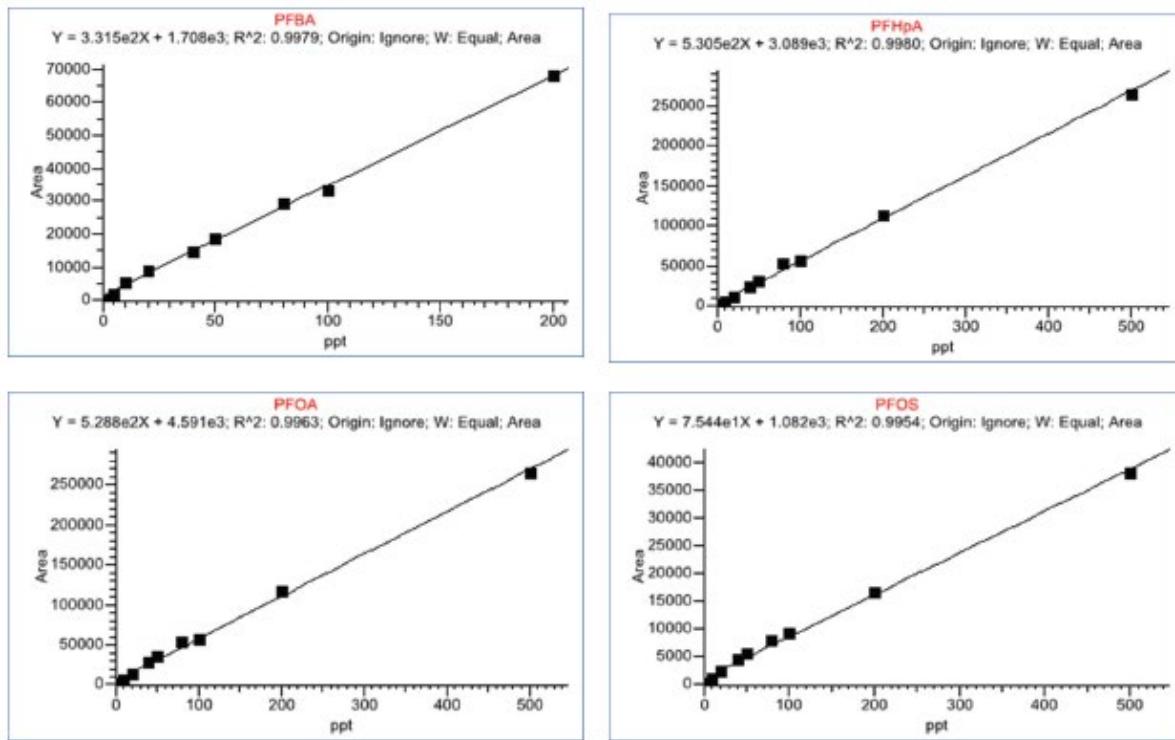


图 2. 混标中代表性化合物 PFBA、PFHpA、PFOA、PFOS 标准曲线

### 参考资料:

[1] AN\_19042\_LSMS: 赛默飞新一代液质联用系统 TSQ Altis 同时分析检测 17 种全氟化合物

## 气相色谱-高分辨质谱对食品接触材料迁移物质全面表征

样品采用溶剂萃取后，使用 GC-Orbitrap/MS 分析。低分辨质谱由于灵敏度、分辨率、质量精度的限制，很难使用的全扫描模式来鉴定食品包装材料中的迁移物。GC-Orbitrap/MS 具有分辨率高、全扫描模式下灵敏度可媲美三重四极杆 SRM 模式等特点，可以获得精确质量数用于推测元素组成、并发现一些低含量有害物质，有助于食品接触材料的全面表征。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1610 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 Orbitrap Exploris GC 高分辨气质联用仪 Triplus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-5SILMS 带 10m 保护柱 ( 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26096-1421 )
方案优势	1. GC-Orbitrap/MS 具有超高的分辨率，保证了超高的质量精度。 2. NeverVent 真空锁技术可实现不停机快速切换 EI/CI，有助于获取物质的准确分子量用于元素组成推断。 3. Compound Discoverer 软件内置 EI 和 CI 工作流可快速对谱图进行解卷积和定性识别。

### 参考谱图（数据）：

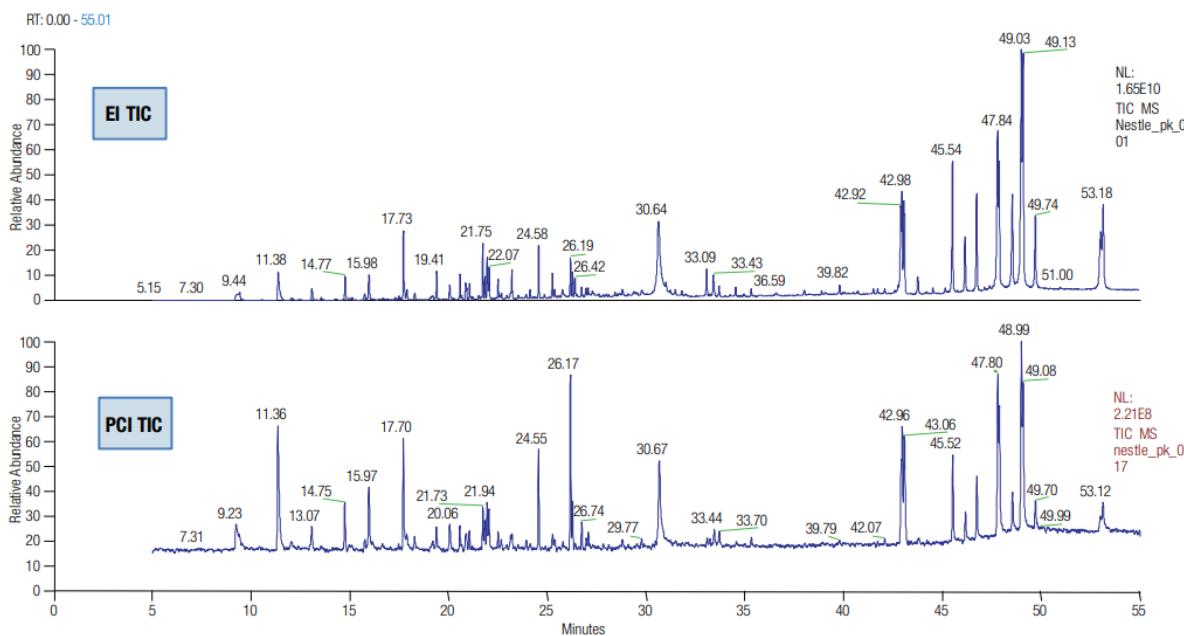


图 2-8 样品在 EI 和 PCI 模式下的全扫描谱图

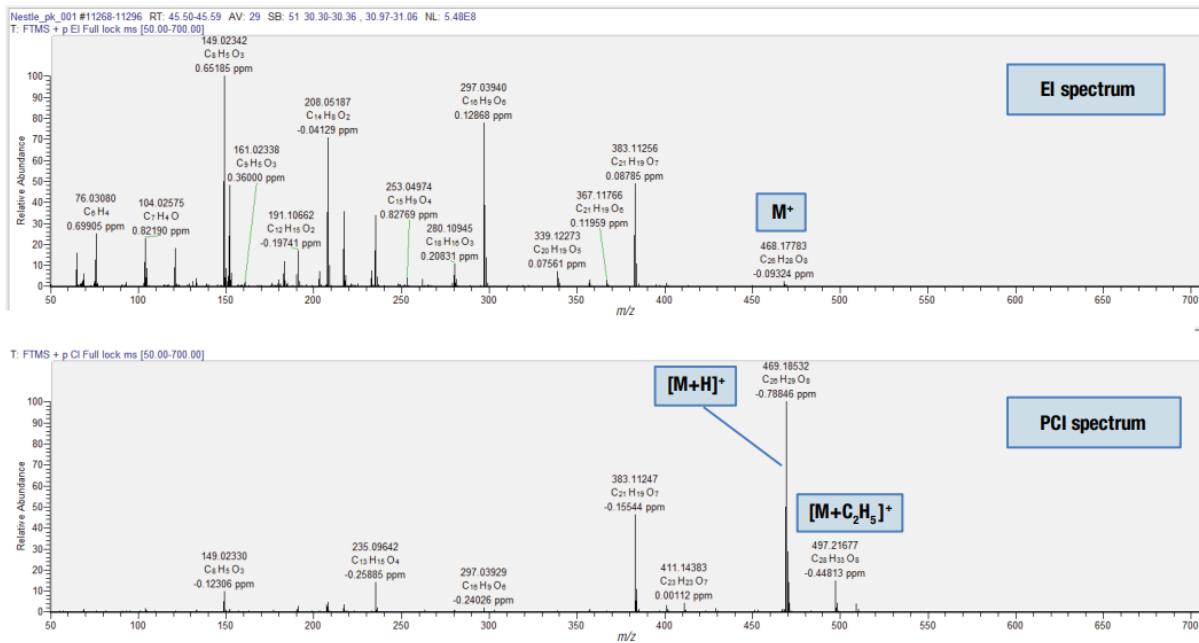


图 2-9 45.5 min 组分的 EI 和 PCI 质谱图, 在 PCI 模式下可获得组分的准分子离子峰, 用于推测元素组成

## 参考资料:

[1] Application Note 10527: Characterizing unknowns in food packaging using GC Orbitrap Mass Spectrometry

[2] Application Note 001607: Untargeted screening and identification of substances in plastic food contact materials using an Orbitrap Exploris GC 240 mass spectrometer

## 1.10 食品中农药残留、兽药残留高分辨质谱筛查方案

### 基于 GC-Orbitrap/MS 的农残靶向和非靶向筛查

样品参照 GB 23200.113-2018 利用 QuEChERS 方法进行前处理, 使用 GC-Orbitrap/MS 分析。GC-Orbitrap/MS 全扫描模式下具有媲美三重四极杆 SRM 模式的灵敏度, 基质效应更低, 方法开发简单, 选择性好, 抗干扰能力强。此外, 基于全扫描的 GC-Orbitrap/MS 数据, 相对于三重四极杆又更强的数据完整性和可回溯型。在靶向定量筛查农残的同时, 可对样品中的其他农残及污染物进行非靶向筛查, 使得样品分析结果更全面可靠。

#### 配置建议及优势:

仪器配置	TRACE 1610 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 Orbitrap Exploris GC 高分辨气质联用仪 Triplus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-5SILMS ( 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm, PN: 26096-1420 )
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 方法开发简单、基质效应低。</li><li>2. 超高的分辨率、出众的质量精度、灵敏度高、选择性好、抗干扰能力强, 提高了在复杂基质中筛查农药结果的可信度, 配合农药残留高分辨数据库, 可在普通色谱柱上实现快速分析。</li><li>3. 专业农药残留高分辨谱库, 进行非靶向分析时数据更可靠</li><li>4. 全扫描的定量灵敏度媲美三重四极杆质谱仪 SRM 模式。</li><li>5. 满足 SANTE/11945/2015 指导文件的要求。</li></ol>

#### 参考谱图 (数据):

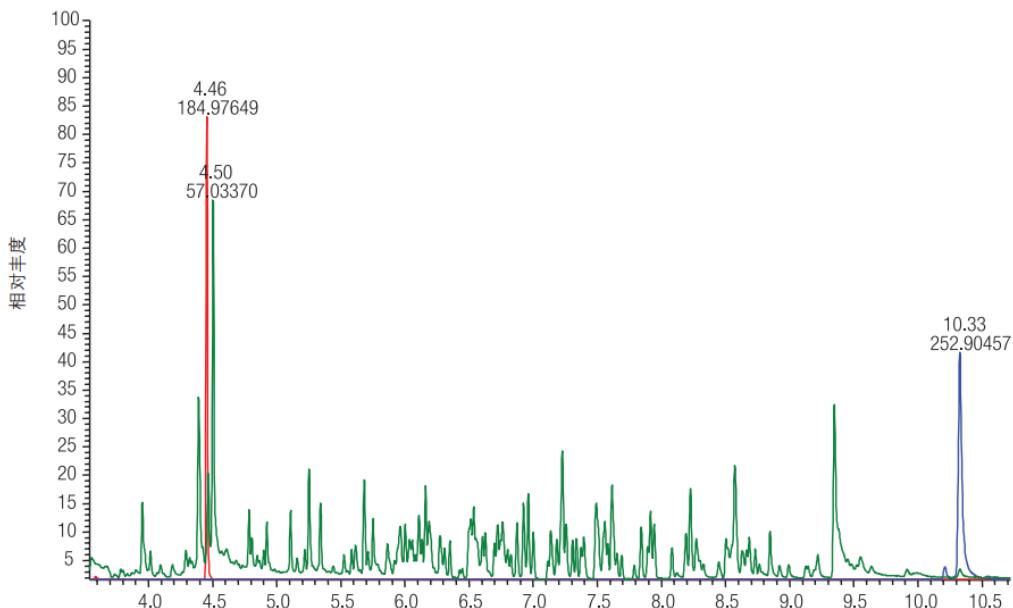


图 2-10 11 min 完成最后一个化合物的洗脱

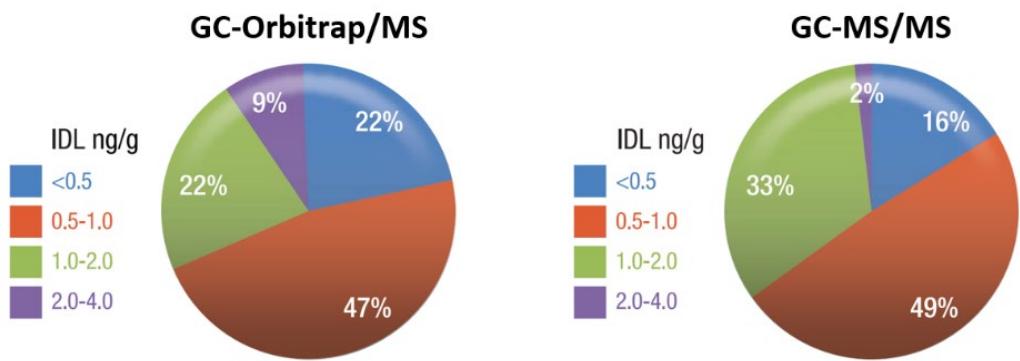


图 2-11 GC-Orbitrap/MS 表现出更优的分析灵敏度

### 参考资料:

- [1] *Application Note 10449: 使用 GC Orbitrap MS 技术进行婴儿食品中农残的快速筛查、鉴定和定量分析*
- [2] *Application Note 10509: 遵循 SANTE/11945/2015 指导文件采用 GC Orbitrap 质谱仪对农药进行定量分析的常规方法*

## LC-Orbitrap Exploris 同时定性定量分析食品中农药残留

食品安全一直是人们日常生活中高度关注的热点问题，其中食品农残、兽残及污染物的筛查也是食品安全检测中的重点。随着监测的物质越来越多，对简单快速、灵敏准确、高通量的分析方法亟不可待。赛默飞静电场轨道阱高分辨质谱兼具超高分辨率和灵敏度，同时定量定性检测食品基质中的农药残留，通过出色的分辨率和质量精度，最大程度的减少共流出的干扰，减少假阳性和假阴性的发生，同时检测 400 多种农残。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 Orbitrap Exploris 120 高分辨质谱仪 Compound Discoverer 软件 TraceFinder 软件
耗材配置	Acclaim RSLC 120 C18, 150 x 2.1 mm, 2.2 $\mu$ m ( P/N: 071399 )
外围设备	无
方案优势	1. 快速简单的分析方法，正负数据同时采集，提高工作效率； 2. Orbitrap Exploris 系列静电场轨道阱高分辨质谱仪，兼具高分辨率及高灵敏度，Easy-IC 内标校正源保持质量轴长期稳定，确保获取高质量的数据；轻度捕获模式 ( Mild Trapping )，以更温和的采集模式，减少源内裂解，提高易碎化合物的响应强度；Acquire X 智能化采集模式，相对于传统 DDA 采集模式，可以获取更多低强度物质的二级碎片，提高化合物鉴定效率。

### 参考谱图（数据）：

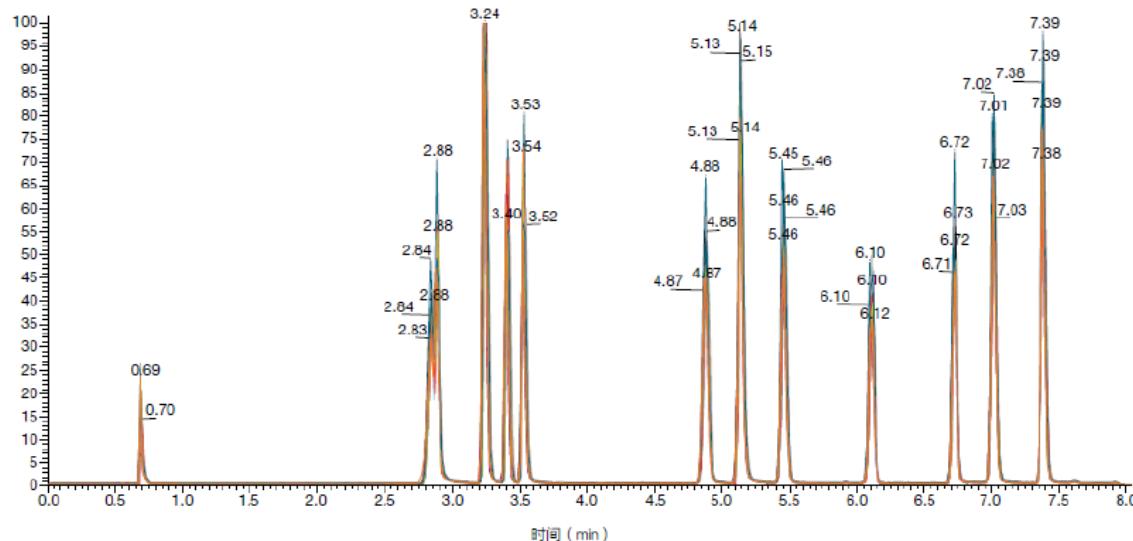


图 1. 橄榄油中农药的 LC-MS 分析结果具有非常出色的重现性，所选农药（1-250 次进样的重叠化合物）的质量提取窗口为 3 ppm

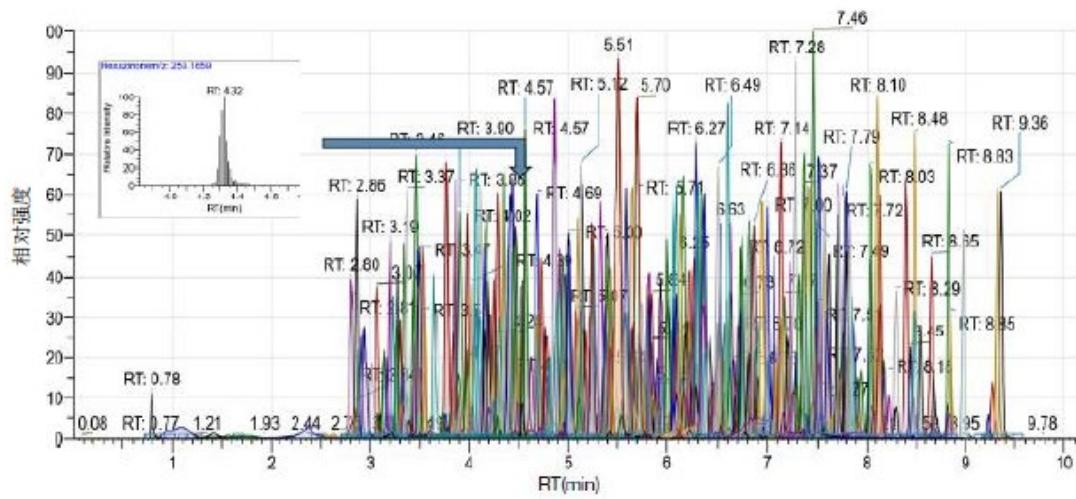


图 2. 橄榄油 基质中 500 多种农药的色谱图, 分析时间为 15 min( 10 ppb)

4.32 min 处标示峰为六嗪酮(11个采集点, fullscan)

### 参考资料:

- [1] AN\_65901: 基于 Orbitrap Exploris 240 同时定性定量分析橄榄油基质中的农药残留
- [2] AN\_C\_LCMSMS-1: Q Exactive 四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱快速筛查和确证 6 种蔬果基质中 555 种农残
- [3] AN\_001826: A comprehensive software workflow for non-targeted analysis of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) by high-resolution mass spectrometry (HRMS)
- [4] AN\_001502: Detection and quantitation of PFAS in animal tissue using Orbitrap Exploris 120 high-resolution mass spectrometer

## LC-Orbitrap Exploris 超高分辨质谱在兽药筛查中的应用

GB 31650-2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量

GB 31650.1-2022 食品安全国家标准 食品中 41 种兽药最大残留限量

基于液相色谱串联 Orbitrap Exploris 系列超高分辨质谱平台，建立了检测食品中兽药残留的筛查方法，可实现 20min 对 500 多种兽药进行靶标筛查的工作。筛查流程智能高效，结合靶向数据库从精确质量数，同位素，保留时间，二级碎片，library 谱库共计 5 项筛查指标全方面锁定化合物。本方法提供高度可信，高特异性的鉴定和确证结果，专属性强，经验证适用于常见兽药的靶标筛查检测。

配置建议及优势：

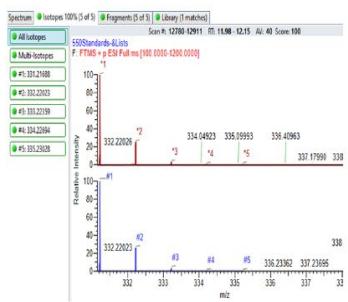
仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 Orbitrap Exploris 静电场轨道阱质谱仪 Compound Discoverer 软件 TraceFinder 软件
耗材配置	Acclaim RSLC 120 C18 2.2um 2.1 x 150 mm ( P/N 071399 )
外围设备	无
方案优势	1. 通过 Acclaim C18 色谱柱在 20 min 内，利用正负切换采集，对 500 多种常用兽药残留进行快速、可靠的筛查鉴定 2. Orbitrap Exploris 平台，引入系统自带的 Easy IC 内标校正功能，可以实现质量偏差 1ppm 以内，最大程度降低假阳性概率，为兽药残留的筛查鉴定提供了强有力的保障

参考谱图（数据）：

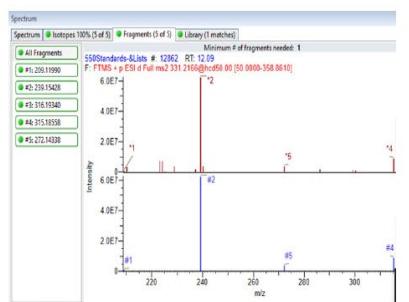


图 3 .高分辨靶向筛查流程

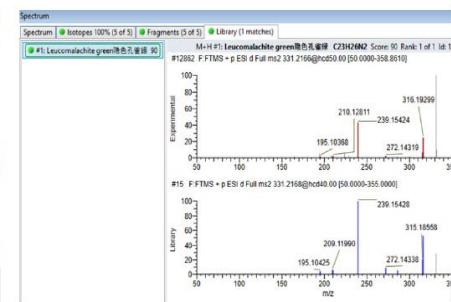
Selected	$\omega$	MZ	$\omega$	RT	$\omega$	IP	$\omega$	Fl	$\omega$	LS	$\omega$	Flag	$\omega$	Compound Name	$\omega$	Formula	$\omega$	m/z (Expected)	$\omega$	m/z (Delta (ppm))	$\omega$	RT (Ex)	$\omega$
$\delta\omega$														$\delta\omega$		$\delta\omega$		$\delta\omega$		$\delta\omega$		$\delta\omega$	
<input checked="" type="checkbox"/>		331												Oxyclozanide氯丙醇脲		C13H16Cl5NO3		399.88631		-0.19888		11.18	
<input checked="" type="checkbox"/>		390												Triclabendazole sulfone三氯苯达唑		C14H9Cl3N2O5		390.94722		0.03864		11.20	
<input checked="" type="checkbox"/>		329												stanozolol赛洛唑		C14H20N2O		329.25874		-0.65516		11.24	
<input checked="" type="checkbox"/>		478												Basic Blue 7碱性蓝7		C33H39N3		478.32167		-0.92401		11.53	
<input checked="" type="checkbox"/>		366												nequinone型醌类脂		C22H28N4		366.16998		-0.49211		11.78	
<input checked="" type="checkbox"/>		456												Basic violet 4碱性紫4		C31H41N3		456.33732		-0.75581		11.79	
<input checked="" type="checkbox"/>		331												Leucomalachite green胆色孔雀绿		C23H26N2		331.21688		-0.34111		12.31	
<input checked="" type="checkbox"/>		251												Gentiflorozide吉贝罗齐		C15H22O23		251.16417		0.17952		12.36	
<input checked="" type="checkbox"/>		358												Triclabendazole三氯苯达唑		C14H9Cl3N2O5		358.95739		-0.31928		12.40	
<input checked="" type="checkbox"/>		242												Mefenamic acid-p-甲灭酸		C15H15NO2		242.11756		0.0705		12.49	
<input checked="" type="checkbox"/>		331												19-Nortestosterone 17-propionate19-去羟17-丙酸睾酮		C21H30O3		331.23677		-0.53432		12.69	
<input checked="" type="checkbox"/>		886												Emanectin甲氧基丙啶氯丙啶		C49H75NO13		886.53112		-0.94942		12.72	
<input checked="" type="checkbox"/>		262												Toluenamic acid-p-甲灭酸		C14H12ClNO2		262.06293		0.22239		13.13	
<input checked="" type="checkbox"/>		429												Hydroxyprogesterone caproate己酸孕酮		C27H40O4		429.29994		-0.67063		13.25	
<input checked="" type="checkbox"/>		345												Testosterone propionate丙酸睾酮		C22H32O3		345.24242		-0.76183		13.68	
<input checked="" type="checkbox"/>		506												Fluazuron-p-叔丁隆		C20H10Cl2N3O3		506.00921		-0.28908		13.78	
<input checked="" type="checkbox"/>		418												Decoquinate癸基喹诺酮		C24H35N5O5		418.25880		-0.02875		14.97	



同位素匹配细节展示



二级碎片匹配展示



Library谱图匹配展示

图 4 . 化合物匹配结果展示

## 参考资料:

- [1] GB 31650-2019 食品安全国家标准 食品中兽药最大残留限量
- [2] AN\_24058\_LSMS: 赛默飞 Orbitrap Exploris 超高分辨质谱在兽药筛查中的应用

## 1.11 食品中亚硝酸盐和硝酸盐

### 离子色谱法检测食品中亚硝酸盐和硝酸盐

TSATA 053-2023 婴幼儿配方食品中溴酸盐、亚硝酸盐、氯酸盐、硝酸盐和硫氰酸盐的测定 离子色谱法

QB/T 5013-2016 食糖中亚硝酸盐的测定

GB 5009.33-2016 食品安全国家标准 食品中亚硝酸盐与硝酸盐的测定

SN/T 3151-2012 出口食品中亚硝酸盐和硝酸盐的测定.离子色谱法

试样采用相应的方法提取和净化，经沉淀蛋白质、除去脂肪后，以氢氧化钾溶液为淋洗液，阴离子交换柱分离，电导检测器或紫外检测器检测。该方法稳定性好，目标物附近干扰少适用于食品中亚硝酸盐和硝酸盐的检测。离子色谱柱后衍生串联紫外检测器可作为样品测定结果假阳性食品补充验证方法。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Inuvion-RFIC 离子色谱，配置如下： Inuvion-RFIC， AS-DV 自动进样器，可选配紫外检测器
耗材配置	AS11-HC 分析柱， 4 × 250 mm, (P/N 052960) AG11-HC 保护柱， 4 × 50 mm, (P/N 052962) ADRS600(4mm)抑制器， (P/N 088666W2Y) EGC 500 KOH, (PN:075778) CR-ATC 600, (PN:088662)
方案优势	1. Inuvion-RFIC 搭配在线淋洗液发生器，针对食品中亚硝酸盐及硝酸盐附近的弱有机酸干扰采用梯度淋洗，抗干扰能力强。 2. 采用 AS11-HC 高容量色谱柱，色谱柱耐用性好，使用寿命更长。 3. 针对食品中假阳性结果可串联紫外检测器或者柱后衍生串联紫外检测器获得更加准确结果。 4. 满足 TSATA 0513-2023、QB/T 5013-2016、GB 5009.33-2016、SN/T 3151-2012 等标准中亚硝酸盐及硝酸盐检测的要求。

#### 参考谱图（数据）：

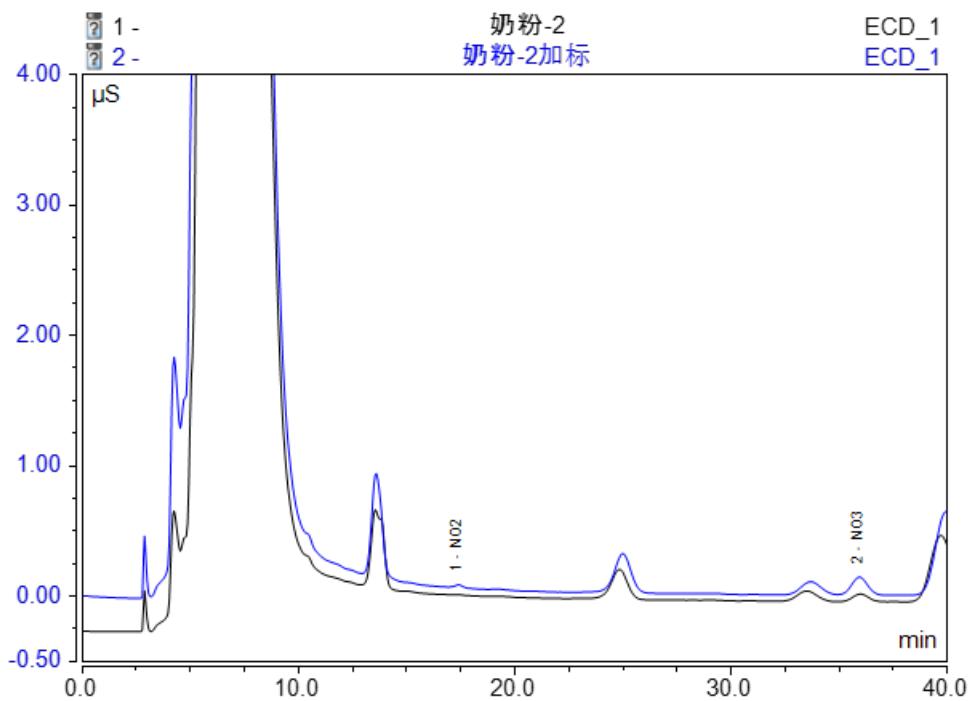


图 2.14-1 样品加标电导谱图

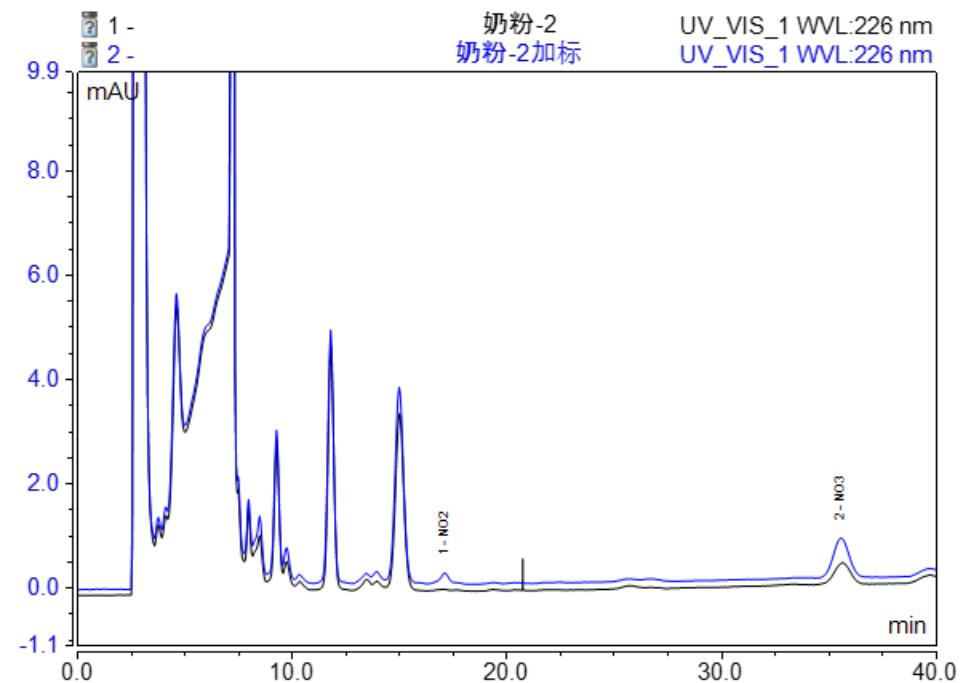


图 2.14-2 样品加标紫外谱图

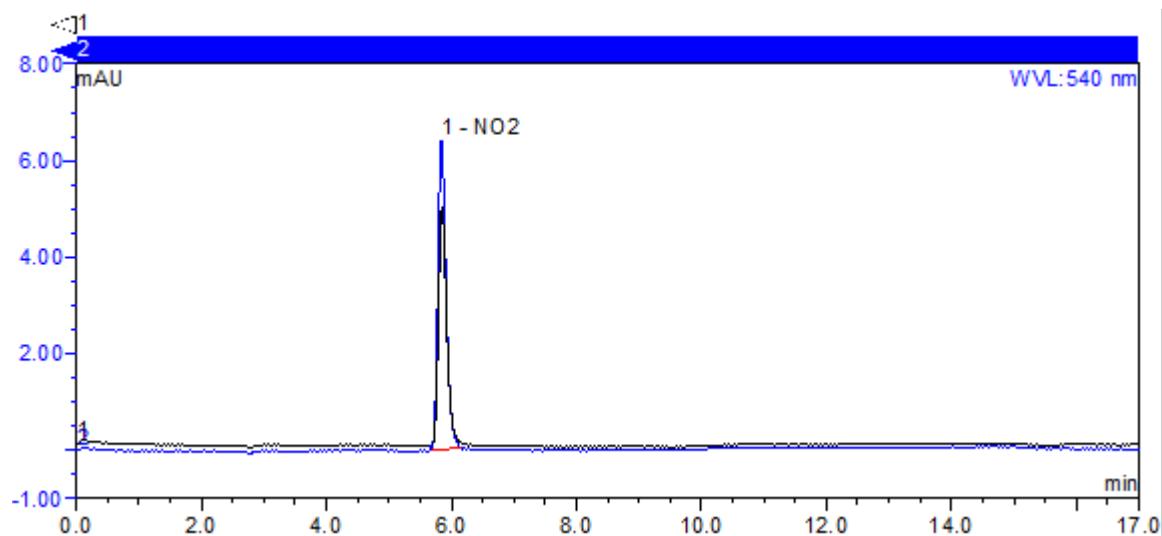


图 2.14-3 样品紫外柱后衍生加标谱图

**参考资料:**

- [1] AN\_C\_IC-082-离子色谱-柱后衍生紫外可见检测法测定酱油、米粉中亚硝酸盐.
- [2] AN\_C\_IC-076 母乳中氯离子和硝酸根离子含量的测定
- [3] 唐坤甜, 郑洪国. 酒样中亚硝酸根的离子色谱测定法研究[J]. 酿酒技术. 2011, 10:93-96.

## 1.12 食品中溴酸盐

### 离子色谱法检测食品中溴酸盐

BSJ 202308 食品中溴酸盐的测定

GBT 35212.4-2023 婴幼儿配方食品中溴酸盐、亚硝酸盐、氯酸盐、硝酸盐和硫氰酸盐的测定 离子色谱法

GB/T 20188-2006 小麦粉中溴酸盐的测定 离子色谱法

SN/T 3138-2012 出口食品中溴酸盐的测定 柱后衍生离子色谱法

试样经沉淀蛋白，采用相应的方法提取和净化后，以氢氧化钾为淋洗液，阴离子柱交换分离，离子色谱电导检测器或者紫外检测器检测。该方法稳定性好，目标物附近无干扰适用于食品中溴酸盐的检测。离子色谱串联电感耦合等离子质谱仪可作为样品测定结果假阳性食品补充验证方法。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Inuvion-RFIC 离子色谱，配置如下： Inuvion-RFIC， AS-DV 自动进样器，可选配紫外检测器
耗材配置	AS19 分析柱， 4 × 250 mm, (P/N 062885) AG19 保护柱， 4 × 50 mm, (P/N 062887) ADRS600(4mm)抑制器， (P/N 088666W2Y) EGC 500 KOH, (PN:075778) CR-ATC 600, (PN:088662)
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Inuvion-RFIC 搭配在线淋洗液发生器，针对食品中溴酸盐附近的弱有机酸干扰采用梯度淋洗，抗干扰能力强。</li><li>2. 采用 AS19 高容量色谱柱，色谱柱耐用性好，使用寿命更长。</li><li>3. 针对食品中假阳性结果可串联紫外检测器或者电感耦合等离子质谱仪获得更加准确结果。</li><li>4. 满足 BSJ 2308、GBT 35212.4-2023、GB/T 20188-2006、SN/T 3138-2012 等标准中溴酸盐检测的要求。</li></ol>

#### 参考谱图（数据）：

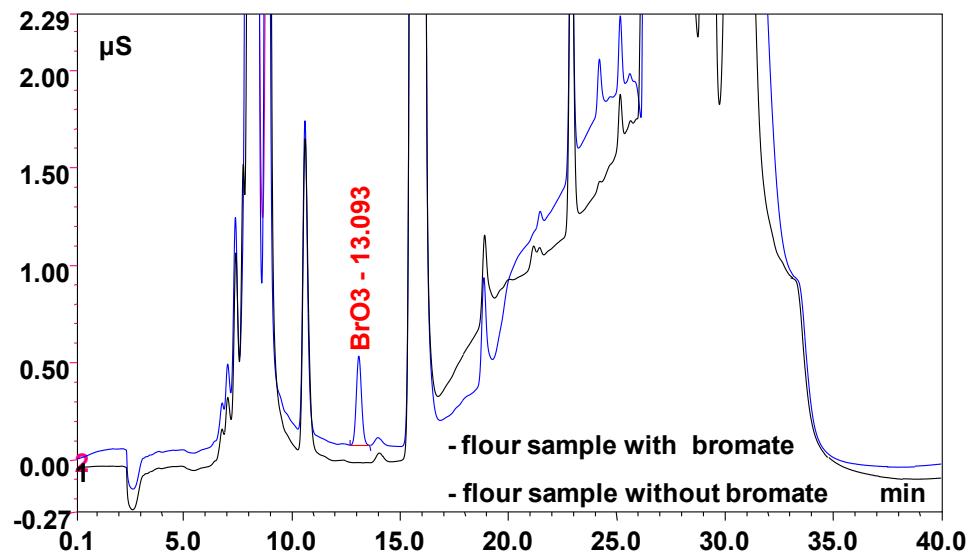


图 2.15-1 样品及加标电导谱图

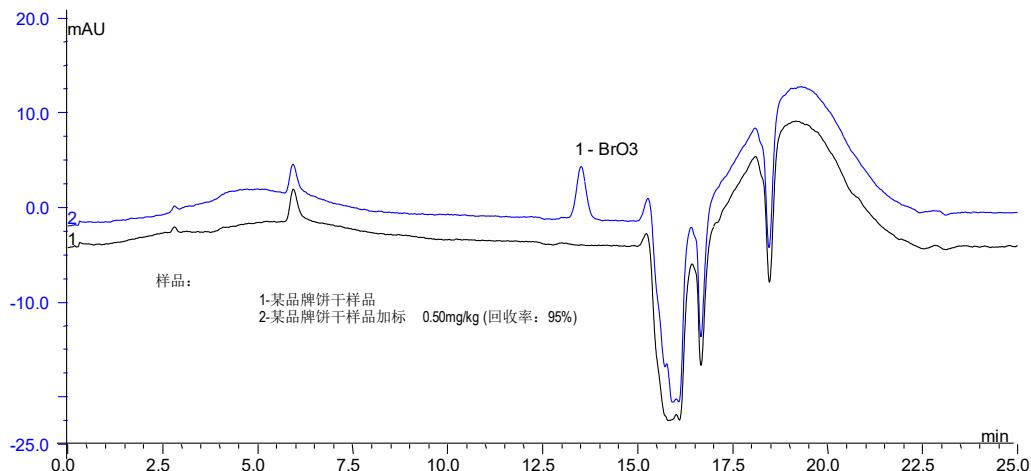


图 2.15-2 样品及加标紫外谱图

### 参考资料:

- [1] AN\_C\_IC-15 离子色谱-质谱联用测定面包中溴酸盐.
- [2] AN\_C\_IC-11 离子色谱-电感耦合等离子体质谱法联用测定饮料中的阴离子形态溴.
- [3] 严金良, 颜勇卿, 王立, 等. 离子色谱法测定面包中溴酸盐含量的研究[J]. 中国卫生检验杂志, 2006, 16(4): 524-525.
- [4]. 张萍, 史亚利, 蔡亚岐, 等. 离子色谱-质谱联用测定牛奶中的高氯酸盐、溴酸盐和碘离子[J]. 分析测试学报, 2007, 26(5): 195-197.

## 1.13 食品中氰化物

### 离子色谱法检测食品中氰化物

GB 5009.36-2023 食品安全国家标准 食品中氰化物的测定

试样采用相应的方法提取和净化后，随淋洗液进入色谱柱，在阴离子柱中交换分离，用脉冲安培检测器检测。该方法稳定性好，灵敏度高，抗干扰能力强，可在 12 分钟内完成食品中氰化物的检测。

配置建议及优势：

仪器配置	Integrion 离子色谱，配置如下： ED 安培检测器 (P/N 22153-62035); ED 安培检测池 (P/N 072044); Ag 电极、衬垫及抛光套件 (P/N 079856); Ag/AgCl 参比电极 (P/N 061879); AS-AP 自动进样器
耗材配置	AS7 分析柱，4 × 250 mm, (P/N 035393) AG7 保护柱，4 × 50 mm, (P/N 035394)
方案优势	1. 采用 AS7 色谱柱，分析时间可缩短至 12min，快速、高效，适用于大批量样品的快速测定。 2. Integrion 高压离子色谱搭配安培检测器对样品中氰化物进行分析检测，方法选择性好，抗干扰能力强，灵敏度高，稳定性好。 3. 满足 GB 5009.36-2023 等标准中对氰化物检测的要求。

参考谱图（数据）：

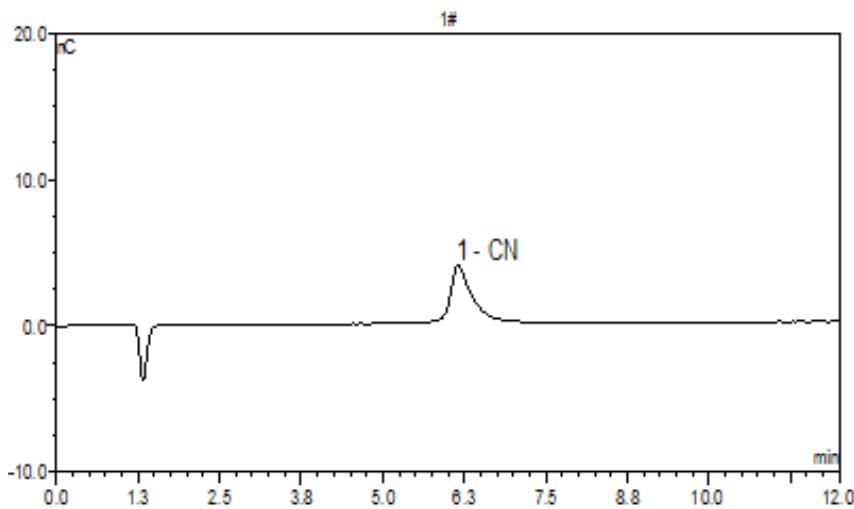


图 2.16 标准溶液谱图

( 1-氰根 )

参考资料：

[1] AN\_C\_IC-067 淋洗液在线发生 - 离子色谱法 - 脉冲安培检测蒸馏白酒中氰化物.

[2] 罗文业, 沈毅, 周艳等. 离子色谱仪-电化学检测器法分析白酒中的氰化物 [J]. 酿酒科技, 2020, 01: 71-74.

## 1.14 食品中溶剂残留

### 气相色谱法检测食品中溶剂残留

GB5009.262-2016 食品安全国家标准食品中溶剂残留量的测定

采用 TRACE 1610 GC 配以分流/不分流毛细管进样口和氢火焰离子化检测器 ( FID ) 对食用油中溶剂残留进行分析检测。方法满足国标要求。

配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1610 气相色谱，配置如下： TRACE1610 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，FID 检测器
耗材配置	TG-5SILMS ( 30m × 0.25mm × 0.25-m, PN: 26096-1420 )
外围设备	无
方案优势	1. 采用 Chromeleon7 软件进行数据采集和数据处理，方便快捷。 2. 该方法稳定性好，检测灵敏度高。 3. 采用 GC-FID 对食品溶剂残留进行分析检测，满足国标要求。

参考谱图（数据）：

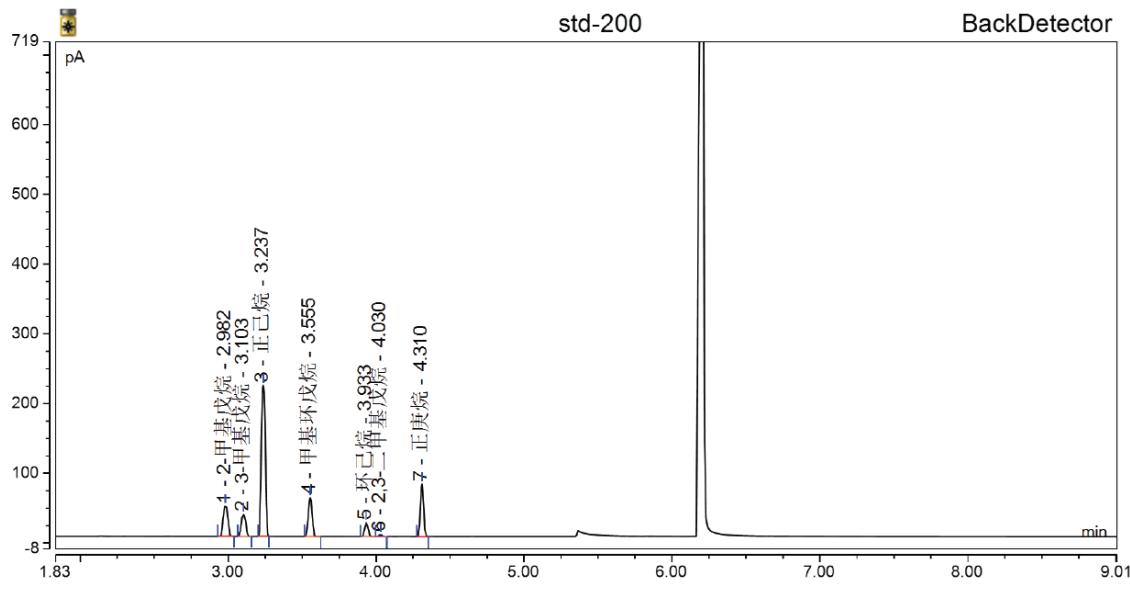


图1 基体植物油标准品色谱图 ( 浓度200mg/kg )

参考资料：

[1] AN\_22038\_GCMS 顶空气相色谱法测定食用油中溶剂残留量

## 2. 食品营养

### 2.1 矿物质营养元素

#### 电感耦合等离子体发射光谱法测定蔬菜中 16 种元素含量

GB 5009.268-2016 食品安全国家标准 食品中多元素的测定

采用 iCAP PRO X ICPOES，参考 GB 5009.268-2016 食品安全国家标准 食品中多元素测定的方法，通过对仪器条件和分析方法优化，对于钾、钠、钙、镁、磷、锶采用径向观测，对铝、硼、钡、铜、铁、锰、镍、钛、钒、锌采用轴向观测，在一次进样中，同时对食品中 16 种元素进行测量。通过改进前处理方法，对于蔬菜类样品中的铝、钛等难测元素进行了方法优化实验，通过不同生物成分分析标准物质实际测定值对准确度进行了系统性验证。所有元素浓度范围内线性关系良好 ( $R^2 > 0.999$ )，实验数据表明，该方法能够以高准确性、高灵敏度、高稳定性、宽线性范围充分满足于食品类样品中各种主、微量元素的精确测量。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	iCAP PRO X ICPOES，配置如下： iCAP PRO X DUO
耗材配置	雾化器，炬管，泵管
外围设备	冷却循环水
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>采用垂直炬管双向观测，在一次进样中，同时对高低含量的元素进行测量。</li><li>采用 ICPOES 法，能够满足 GB 5009.268-2016 标准中对多元素的检测要求。</li><li>能够以高准确性、高灵敏度、高稳定性、宽线性范围充分满足于食品类样品中各种主、微量元素的精确测量。</li></ol>

#### 参考谱图（数据）：

元素	波长	观测方向	拟合系数	方法检出限 MDL ( mg/kg )	GB5009.268 方法 检出限 MDL ( mg/kg )
Al	396.1	径向	0.9992	0.2	0.5
B	208.9	轴向	0.9998	0.06	0.2
Ba	455.4	轴向	0.9996	0.009	0.1
Ca	317.9	径向	0.9992	1.4	5
Cu	327.3	轴向	0.9990	0.037	0.2
Fe	259.1	轴向	1.0000	0.26	1
K	766.5	径向	0.9994	2.7	7
Mg	285.2	径向	0.9994	0.79	5
Mn	257.6	轴向	0.9991	0.026	0.1

Na	589.5	径向	0.9996	1.7	3
Ni	221.6	轴向	0.9999	0.2	0.5
P	177.4	径向	1.0000	0.5	1
Sr	407.7	径向	0.9998	0.033	0.2
Ti	323.4	轴向	1.0000	0.05	0.2
V	292.4	轴向	0.9995	0.04	0.2
Zn	213.8	轴向	0.9990	0.067	0.5

表 3.1.2-1 各元素谱线选择、观测模式、拟合系数、方法检出限及方法定量限

元素	单位	GSB-5 圆白菜		GSB-6 菠菜	
		测定值	标准值	测定值	标准值
Al	%	0.0145	0.0166 ± 0.0022	0.055	0.061 ± 0.006
B	mg/kg	20.3	19.6 ± 1.7	23.5	25 ± 2
Ba	mg/kg	13.6	12 ± 2	8.607	9.0 ± 0.8
Ca	%	0.697	0.70 ± 0.02	0.663	0.66 ± 0.03
Cu	mg/kg	2.85	2.7 ± 0.2	9.23	8.9 ± 0.4
Fe	mg/kg	107.2	98 ± 10	526.2	540 ± 20
K	%	1.565	1.55 ± 0.06	2.567	2.49 ± 0.11
Mg	%	0.244	0.241 ± 0.015	0.537	0.552 ± 0.015
Mn	mg/kg	18.42	18.7 ± 0.8	39.8	41 ± 3
Na	%	1.097	1.09 ± 0.06	1.509	1.50 ± 0.06
Ni	mg/kg	0.832	0.93 ± 0.10	0.994	0.92 ± 0.12
P	%	0.4492	0.46 ± 0.03	0.3404	0.36 ± 0.02
Sr	mg/kg	46.9	48 ± 3	85.8	87 ± 5
Ti	mg/kg	10.9	( 9 )	26.03	( 28 )
V	mg/kg	0.0399	( 0.11 )	0.642	0.87 ± 0.23
Zn	mg/kg	27.75	26 ± 2	35.34	35.3 ± 1.5

表 3.1.2-2 两种生物成分分析标准物质测试结果

**参考资料:**

[1] AN 21010: iCAP PRO Series ICP-OES 测定蔬菜中 16 种元素含量

## 火焰原子吸收法检测食品中必需和微量矿物质营养元素

GB 5009.13-2017 食品安全国家标准 食品中铜的测定

GB 5009.14-2017 食品安全国家标准 食品中锌的测定

GB 5009.90-2016 食品安全国家标准 食品中铁的测定

GB 5009.91-2017 食品安全国家标准 食品中钾、钠的测定

GB 5009.241-2017 食品安全国家标准 食品中镁的测定

GB 5009.242-2017 食品安全国家标准 食品中锰的测定

火焰原子吸收法可以提供一种快速简便的方法来监测食品样品中的必需和微量矿物质营养元素，火焰部分可以实现燃气流量和燃烧高度自动优化，从而满足不同样品类型不同元素的测试需求。

### 配置建议及优势：

仪器配置	iCE3500 原子吸收光谱仪，配置如下： iCE3500 原子吸收光谱仪 GFS35Z 塞曼石墨炉和自动进样器模块 专利 GFTV 石墨炉可视系统
耗材配置	空心阴极灯，石墨管，样品杯，进样毛细管进样头
外围设备	空气压缩机，冷却循环水
方案优势	1. 操作简单，火焰部分可以实现燃气流量和燃烧高度自动优化，从而满足不同样品类型不同元素的测试需求。 2. 采用 AAS，满足 GB 5009.13-2017、GB 5009.14-2017、GB 5009.90-2016、GB 5009.91-2017、GB 5009.241-2017 等标准中对营养元素检测的要求。 3. 火焰原子吸收分析速度快、操作方便简单、使用成本低。

### 参考谱图（数据）：

元素	参考值 (mg/kg)	实测值 (mg/kg)	回收率 (%)
Cu	0.013	0.012	108.3
Mn	0.163	0.162	100.6
Zn	0.110	0.111	99.1

表 3.1.3-1 米粉 CRM 中各元素测定结果情况

样品	样品浓度 (mg/kg)	加标浓度 (mg/kg)	实测加标浓度 (mg/kg)	加标回收率 (%)
牛肉	1.856	2	3.791	96.3
鸡肉	0.436	2	2.296	93.0
猪肉	1.387	2	3.454	103.4

表 3.1.3-2 不同样品中 Fe 元素测定结果情况

样品	样品浓度 ( mg/kg )	加标浓度 ( mg/kg )	实测加标浓度 ( mg/kg )	加标回收率 ( % )
牛肉	17.353	2	19.438	104.3
鸡肉	19.579	2	21.555	98.8
猪肉	16.395	2	18.240	92.3

表 3.1.3-3 不同样品中 Mg 元素测定结果情况

样品	加标浓度 ( ppm )	实测加标浓度 ( ppm )	加标回收率 ( % )
蜂蜜	0.2	0.187	92

表 3.1.3-4 蜂蜜样品中 Na 元素测定结果情况

**参考资料:**

[1] AN 43019: *Determination of Trace Elements in Rice Products by Flame and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*

[2] AN 43190: *Iron and magnesium determination in meat using Flame Atomic Absorption Spectroscopy* 43060

[3] AN 43060: *The Analysis of Trace Elements in Honey by Flame and Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry*

## 2.2 维生素

### 液相色谱法同时检测 9 种水溶性维生素

GB 10765-2021 食品安全国家标准 婴儿配方食品

GB 10766-2021 食品安全国家标准 较大婴儿配方食品

GB 5009.84-2016 食品安全国家标准 食品中维生素 B1 的测定

GB 5009.85-2016 食品安全国家标准 食品中维生素 B2 的测定

GB 5009.154-2023 食品安全国家标准 食品中维生素 B6 的测定

GB 5009.285-2022 食品安全国家标准 食品中维生素 B12 的测定

GB 5009.89-2023 食品安全国家标准 食品中烟酸和烟碱胺的测定

GB 5009.210-2023 食品安全国家标准 食品中泛酸的测定

本方法使用 Vanquish Flex UHPLC 系统配合  $2.2 \mu m$  Acclaim 120 C18 色谱柱，分离 9 种水溶性维生素样品，可在 10min 以内完成 9 种维生素的快速分离，峰形良好，方法重现性良好；配合 DAD 检测器，可采集每种维生素组分的 UV 光谱图，在实际样品检测中，通过 UV 光谱图的对比排除假阳性。该方法可应用于乳制品等样品中维生素含量的测定。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish 液相色谱，配置如下： VF-P10-A-01 泵，DAD-VF-D11-A-01 检测器 VF-A10-A-02 自动进样器，VH-C10-A-03 柱温箱
耗材配置	Acclaim C18 ( $2.1 \times 150 mm$ , $2.2 \mu m$ , PN:071399 )
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，简化步骤，优化标准方法，缩短分析时间 2. 采用 Vanquish-DAD，对样品中的 9 种水溶性维生素进行分析检测。满足 GB 10765-2021 和 GB 10766-2021 等系列标准中对维生素检测的要求。 3. 方法重现性良好，分离度高，能够满足样品中维生素的检测需求。

#### 参考谱图（数据）：

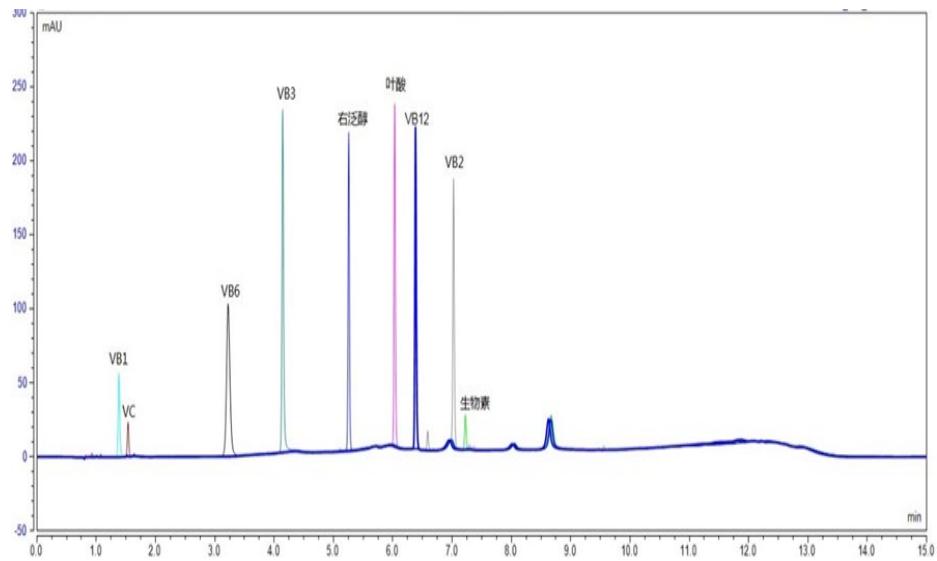


图 3-1 标准品谱图

( 1-VB1;2-VC;3-VB6;4-VB3;5-右泛醇;6-叶酸;7-VB12;8-VB2;9-生物素 )

**参考资料:**

[1] Application Note: 液相色谱法用于测定乳制品中水溶性维生素的相关应用

## 在线固相萃取联用二维液相色谱测定食品中维生素 A、D、E 及异构体含量

GB5009.82-2016 食品中维生素 ADE 的测定

GB 5009.296-2023 食品安全国家标准 食品中维生素 D 的测定

本应用介绍了快速测定特医食品中脂溶性维生素 A、D2、D3 与  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  及  $\delta$  维生素 E 含量的方法。本方法采用赛默飞 Vanquish Core 液相色谱平台，实现样品皂化液直接上样，通过在线固相萃取净化，大大简化了前处理操作，结合后端的二维液相色谱中心切割工作流，实现了维生素 A、维生素 D2、维生素 D3 及维生素 E 的四个同分异构体的同时测定。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Core 高效液相色谱，配置如下： SPE 泵: Vanquish Quaternary Pump ( VC-P20-A-01 ) 一维、二维泵: Vanquish Dual Pump ( VC-P33-A-01 ) 自动进样器: Vanquish sampler CT ( VC-A12-A-02, 100~L 定量环 ) 柱温箱: Vanquish Column Compartment C ( VC-C10-A-03, 含两个 2p-6p 切换阀 ) 检测器: Variable Wavelength Detector C ( VC-D40-A-01, 含 11~L 流通池 ) Vanquish Diode Array Detector HL ( VH-D10-A, 含 60mm 流通池 )
耗材配置	SPE 柱: NanoChrom SelectCore PSS Online SPE, 40~m, 3.0 × 30mm ( PN: PSS1-400030-03003S ) 一维色谱柱: NanoChrom VADE 1D-C 5 $\mu$ m, 4.6 × 150 mm ( PN: S021-050012-04615S ) 二维色谱柱: Hypersil Green PAH, 3 ~m, 4.6 × 150 mm ( PN : 31103-154630 ) Trap 柱 ( 捕集柱 ) : Acclaim 120 C18 , 10mm × 4.6mm, 5 $\mu$ m ( PN: 069695 + 069580, 包括柱套和柱芯 )
外围设备	无
方案优势	1. 皂化液直接稀释上样，测定维生素 A、维生素 D2、D3 以及维生素 E 四种同分异构体 2. 全自动在线 SPE 结合中心切割二维液相色谱取代传统的液液萃取和进一步纯化，简化了样品的整个分析工作流程，大幅提高了分析效率及降低实验成本 3. 本方法灵敏度、线性、重现性及准确度均良好 4. 利用赛默飞独特的双三元液相，模块搭建更紧凑，一套液相的台面占地可以完成多套液相的测试工作，为企业节省了空间及时间成本 5. 方法灵敏度较高，方法线性及检测限均满足标准要求

## 参考谱图（数据）：

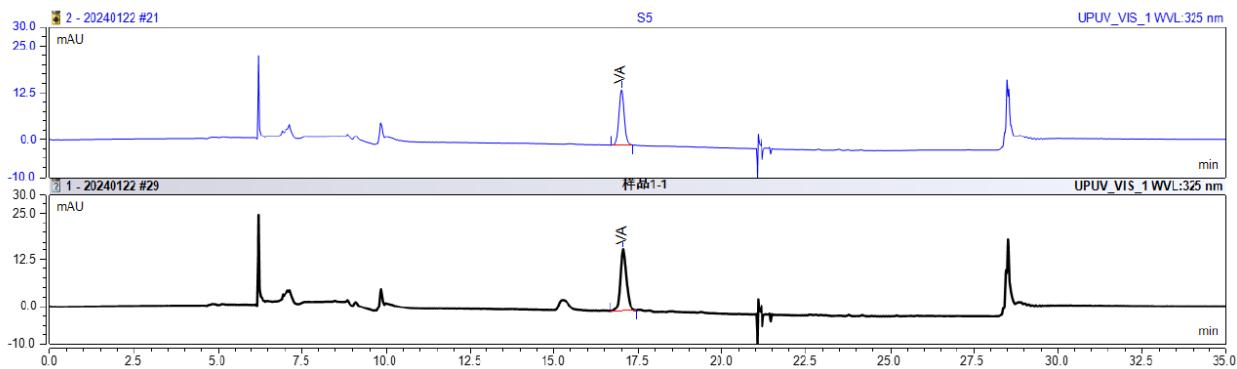


图 2a 维生素 A 对照品及样品一维 325 nm 谱图（上图为对照品，下图为样品）

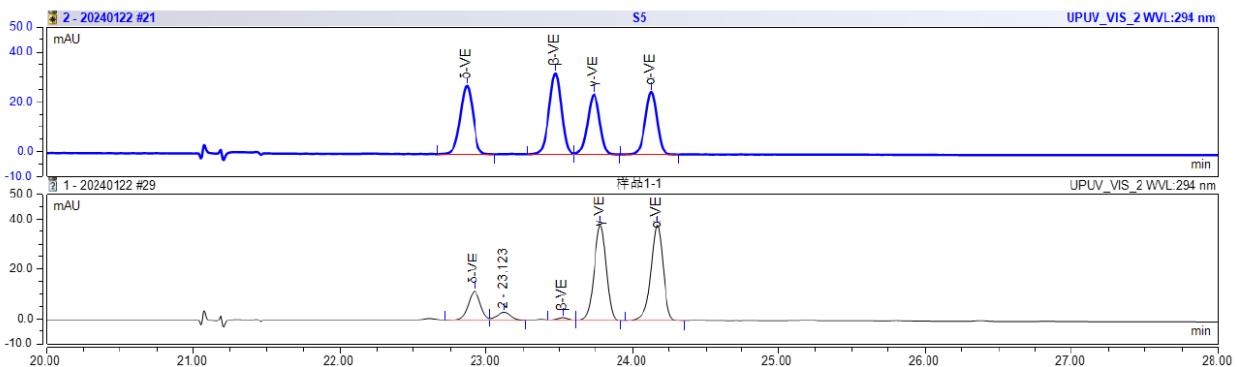


图 2b 维生素 E 对照品及样品一维 294 nm 谱图（上图为样品，下图为对照品）

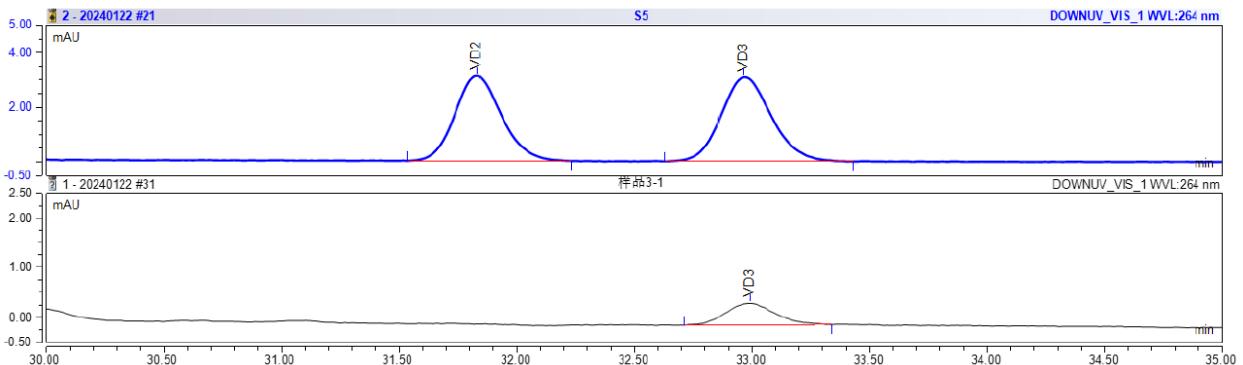


图 2c 维生素 D 对照品及样品一维 264 nm 谱图（上图为对照品，下图为样品）

## 参考资料：

[1] Application Note 19048\_HPLC: 食品\_固相萃取-在线二维液相色谱同时测定婴幼儿配方奶粉中维生素 A、D 和四种维生素 E 生育酚异构体含量

[2] Application Note 21047\_HPLC: 食品\_在线固相萃取-二维液相色谱测定食品中维生素 A、D、E 及异构体含量

[3] AN\_24019\_HPLC: 在线固相萃取联用二维液相色谱测定食品中维生素 A、D、E 及异构体含量

## 液相色谱法检测食品中维生素 B6

### GB 5009.154-2023 食品中维生素 B6 的测定

本方法采用液相色谱法对食品中的维生素 B6 进行分析检测。整个方法具有较宽的线性范围，较高的检测灵敏度，较好的方法回收率，仪器精密度好，能够快捷有效检测出食品中的维生素 B6 含量。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： DPG-3600RS 泵，FLD-3400RS 检测器 WPS-3000TRS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim PolarAdvantage II, (150 × 3mm, 3 μm, P/N: 063187)
外围设备	无
方案优势	1. 操作简单，优化标准方法。 2. 采用 U3000-FLD，对食品中的维生素 B6 进行分析检测。满足 GB5009.154-2023 标准中对维生素 B6 检测的要求。 3. 提供较高的灵敏度、极低检出限，方法线性好，可满足乳粉样品中 VB6 的基线分离。

#### 参考谱图（数据）：

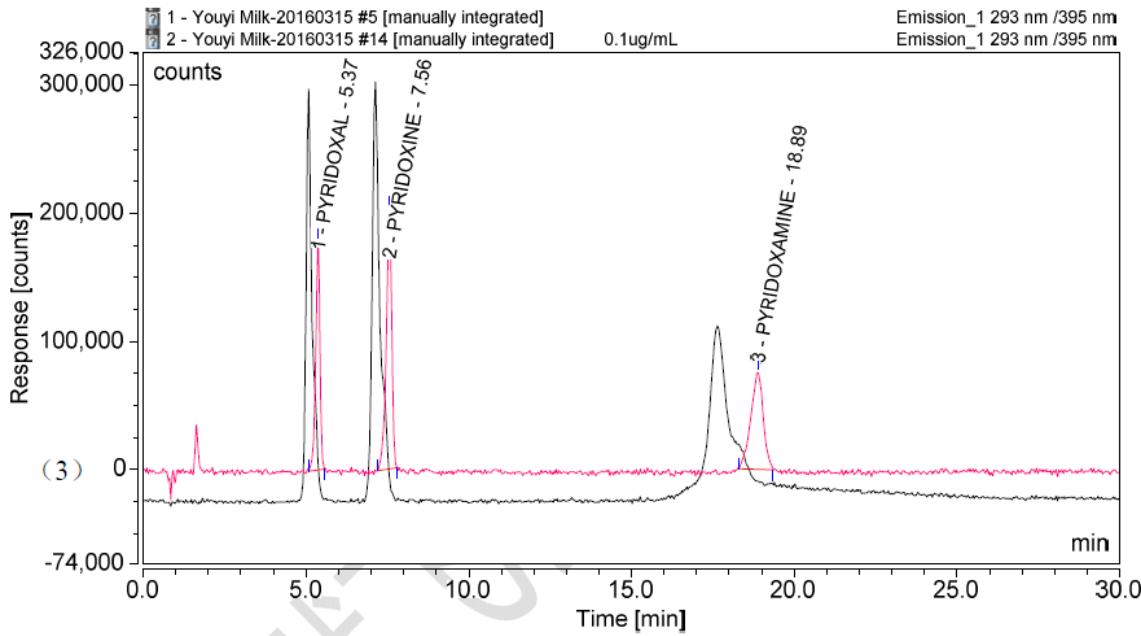


图 3-3 三种 VB6 色谱叠图：有问题的色谱柱-1ppm（黑色）；正常色谱柱-0.1ug/mL（红色）  
(1-吡哆醛; 2-吡哆醇; 3-吡多胺)

#### 参考资料：

[1] Application Experiment 2016-APP-LC-021: 内蒙古友谊乳业测定乳粉中维生素 B6

## 在线柱切换—反相液相色谱法测定食品中维生素 D 的含量

GB 5009.296-2023 食品安国家标准 食品中维生素 D 的测定

根据 GB5009.296-2023 中第二法，采用赛默飞 Vanquish Core 双三元液相色谱平台，选择赛默飞 Accucore XL C8 作为一维色谱柱，Hypersil Green PAH 作为二维色谱柱，建立了在线柱切换—反相液相色谱法快速分析食品中维生素 D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub> 的方法，并对采用捕集柱和定量环两种方式转移一维中的维生素 D 组分的相关结果作了对比，为食品分析人员提供了可靠的参考依据。

结配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Core 高效液相色谱仪，配置如下： 一维、二维泵：Vanquish Dual Pump ( VC-P33-A-01 ) Vanquish sampler CT ( VC-A12-A-02 ) 自动进样器 Vanquish Column Compartment C ( VC-C10-A-03, 含一个 2p-6p 切换阀 ) 检测器：Variable Wavelength Detector C ( VC-D40-A-01, 含 11 L 流通池 ) Vanquish Diode Array Detector C ( VC-D11-A-01, 含 13 L 流通池 )
耗材配置	一维色谱柱：Accucore XL C8 ( 150 mm×4.6 mm, 4.0 m ) PN:74204-154630 二维色谱柱：Hypersil Green PAH ( 150 mm×4.6 mm, 3.0 m ) PN:31103-154630 富集柱：Acclaim 120 C18 ( 10 mm×4.6 mm, 5.0 m ) PN: 069580 ( 保护柱套 ) + 069695 ( 保护柱芯 )
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 基于赛默飞独特的 Vanquish Core 双三元二维液相平台，结合赛默飞优异的色谱柱序列，参考 GB 5009.296-2023 中第二法建立了在线柱切换—反相液相色谱法快速测定食品中的维生素 D<sub>2</sub>、D<sub>3</sub> 的分析方法</li><li>2. 对比了富集柱和定量环两种组分转移模式下的实验结果。该方法的灵敏度、线性、重现性及均较好，且快速、简便、自动化程度高、回收率好</li><li>3. Vanquish Core 双三元二维液相色谱平台模块搭建方便紧凑，占用实验室空间小，非常适合食品中维生素 D 的分析测定</li></ol>

## 参考谱图（数据）：

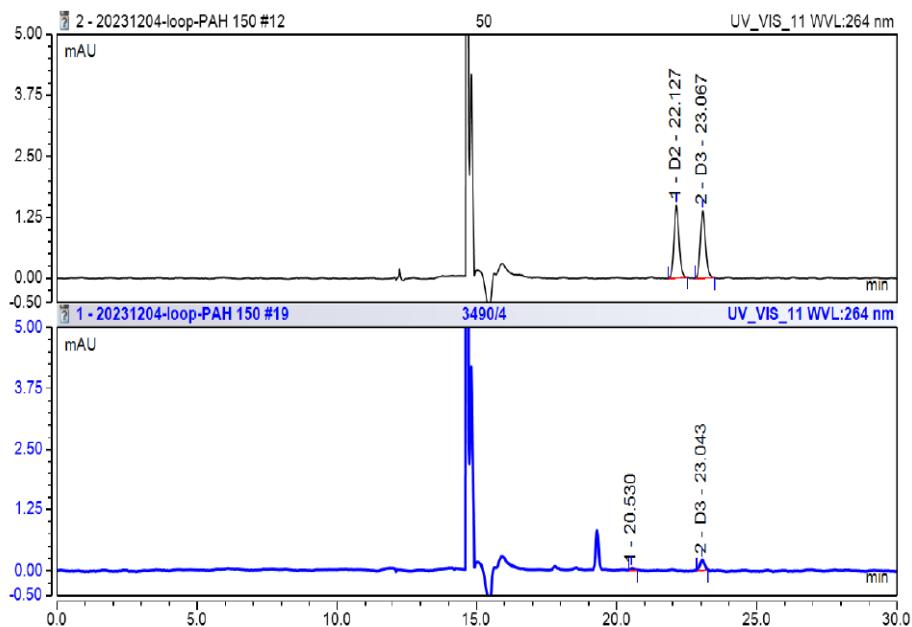


图3 标准溶液和样品溶液色谱图（上图：标准溶液，浓度为 50 g/L；下图：样品溶液，采用定量环）

表7 实际样品测试结果

样品名称	VD <sub>3</sub> ( μg/100 g )	
	富集柱	定量环
婴儿配方羊奶粉	24.8	24.0
婴儿配方奶粉	16.4	15.8
幼儿配方奶粉	18.0	17.2
学生奶粉	4.89	4.76
特殊医学用途配方食品	22.8	21.7
维生素片剂	22.9	20.6

## 参考资料：

[1] AN\_HPLC\_23099: 在线柱切换一反相液相色谱法测定食品中维生素 D 的含量

## 2.3 蛋白

### 液相色谱应用于氨基酸在线柱前衍生和 CAD 非衍生化分析

本文在赛默飞全新 Vanquish Core 液相色谱平台上，结合 OPA&FMOC 衍生试剂和 Vanquish Core 用户自定义进样功能实现了在线针内衍生氨基酸分析，同时结合赛默飞特色的电雾式检测器和 Hypercarb 多孔石墨化碳色谱柱，实现了无需衍生的直接分析氨基酸方法。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish 液相色谱，配置如下： Quaternary Pump C 泵， Variable Wavelength Detector C 和 Vanquish Charged Aerosol Detector H 检测器 Split Sampler CT 自动进样器， Column Compartment C 柱温箱
耗材配置	Acclaim 120 C18 (5 $\mu$ m, 4.6 x 150mm, PN: 059148); Hypercarb (5m, 4.6 x150mm, PN:35005-154630, Lot 5-848)
外围设备	无
方案优势	1. 衍生法实现了在线衍生自动化，同时提升了衍生程序编辑效率。 2. CAD 法采实现无需衍生直接分析，大大简化了前处理步骤要求。 3. 在重现性方面，非衍生-电雾式检测方法体现出较大的优势，为相关制药及食品等行业客户在氨基酸检测方面提供了新的思路。

#### 参考谱图（数据）：

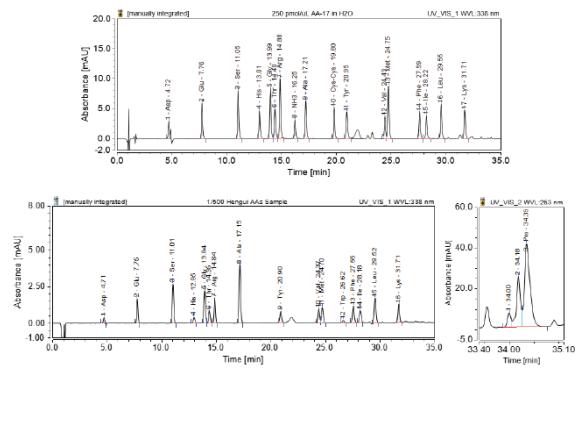


图3. 在线针内衍生-紫外检测法分析氨基酸标准品（上）和注射液样品（下）谱图

（注：标准品中无半胱氨酸Cys和色氨酸Trp；样品中无胱氨酸Cys-Cys；Pro, 263 nm）

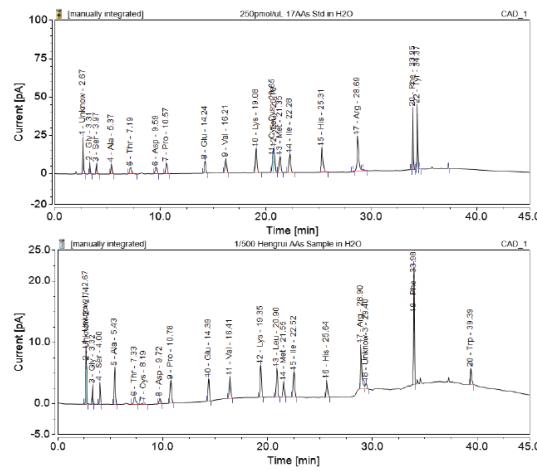


图4. 非衍生-电雾式检测法分析氨基酸标准品（上）和注射液样品（下）谱图

（注：标准品中无半胱氨酸Cys和色氨酸Trp；样品中无胱氨酸Cys-Cys）

#### 参考资料：

[1] AN\_20056\_HPLC\_药物\_全新 Vanquish Core 高效液相色谱系统用于氨基酸分析

## Vanquish Access 液相色谱系统用于胶原蛋白肽分子量分布的测定

GB 31645-2018 食品安国家标准 胶原蛋白肽

基于赛默飞全新的 Vanquish Access 高效液相色谱系统，结合赛默飞 BioBasic SEC 120 体积排阻色谱柱， 并使用变色龙色谱工作站中的 GPC 扩展包，很好的完成了胶原蛋白肽分子量的测定。本方法中前处理简单，GPC 软件使用方便，可用于各类食品中多肽分子量分布的测定

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Access 液相色谱系统 (PN: VA-S22-A-01)，配置如下： 四元泵 Quaternary Pump AN 自动进样器 Autosampler AT 柱温箱 Column Compartment A 可变波长紫外检测器 Variable Wavelength Detector A (配 11 L 流通池)
耗材配置	BioBasic SEC 120 色谱柱 7.8×300 mm, 5 m P/N: 73405-307846A
外围设备	无
方案优势	1. BioBasic SEC 120 色谱柱为全多孔硅胶基质，键合相为二醇基，孔径为 120 Å，基于体积排阻作用机理，排阻范围（蛋白）为 300-12,000 Da，可应用于蛋白、多肽及其他生物大分子的分析，寿命长，柱效高，方法开发简单 2. 通过变色龙色谱工作站中的 GPC 扩展包，可以方便快捷的计算出多肽的相对分子量和分布系数；同时可以根据用户的需求，提供任意不同分子量区间的占比，帮助用户更好的评估多肽样品的分子量分布情况

### 参考谱图（数据）：

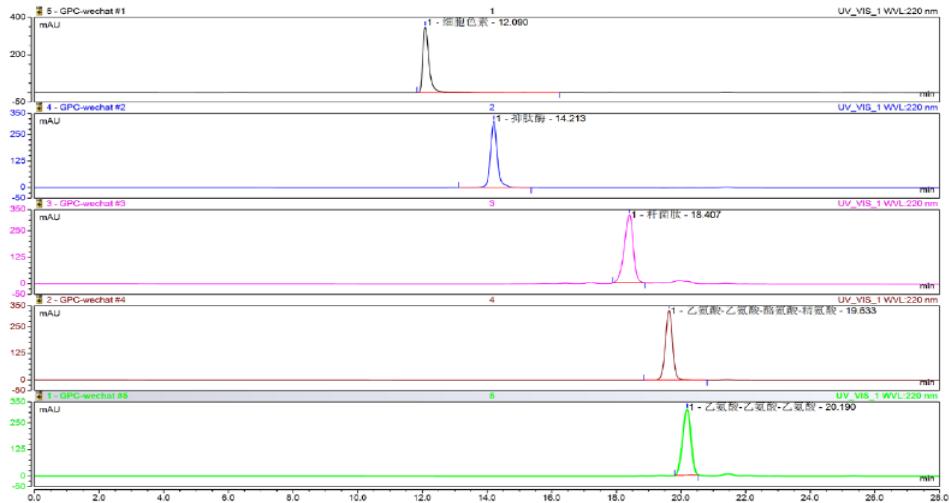


图 1 不同分子量多肽标准品色谱图

### 参考资料：

[1] AN\_24047\_HPLC: 全新 Vanquish Access 液相色谱系统用于胶原蛋白肽分子量分布的测定

## 2.4 脂肪酸/反式脂肪酸

### 气相色谱法检测婴幼儿食品和乳品中脂肪酸

GB5009.168—2016 食品安全国家标准食品中脂肪酸的测定

GB 5009.257—2016 食品安全国家标准 食品中反式脂肪酸的测定

方法采用乙酰氯-甲醇法使样品中的脂肪和游离脂肪酸甲酯化，经甲苯提取后，使用 100m 的脂肪酸甲酯分析专用柱上分离，用配有氢火焰离子化检测器的 TRACE 1300 系列气相色谱仪进行测定，面积归一化法定量，该方法灵敏度高，结果准确。

**配置建议及优势：**

仪器配置	TRACE 1300 气相色谱，配置如下： TRACE1310 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，FID 检测器
耗材配置	TR-FAME (100m × 0.25mm × 0.2 μm; PN: 260M238P)
外围设备	液液萃取
方案优势	1. 采用 Chromeleon7 软件进行数据采集和数据处理，方便快捷。 2. 采用 GC-FID 对食品中 37 种脂肪酸和 13 种反式脂肪酸进行检测，满足 GB5009.168—2016、GB 5009.257—2016 等标准的检测要求。 3. 采用 TR-FAME, 100 m, 0.25 mm, 0.20 μm 色谱柱进行分析，目标物分离度高，灵敏度好，缩短了分析时间。

**参考谱图（数据）：**

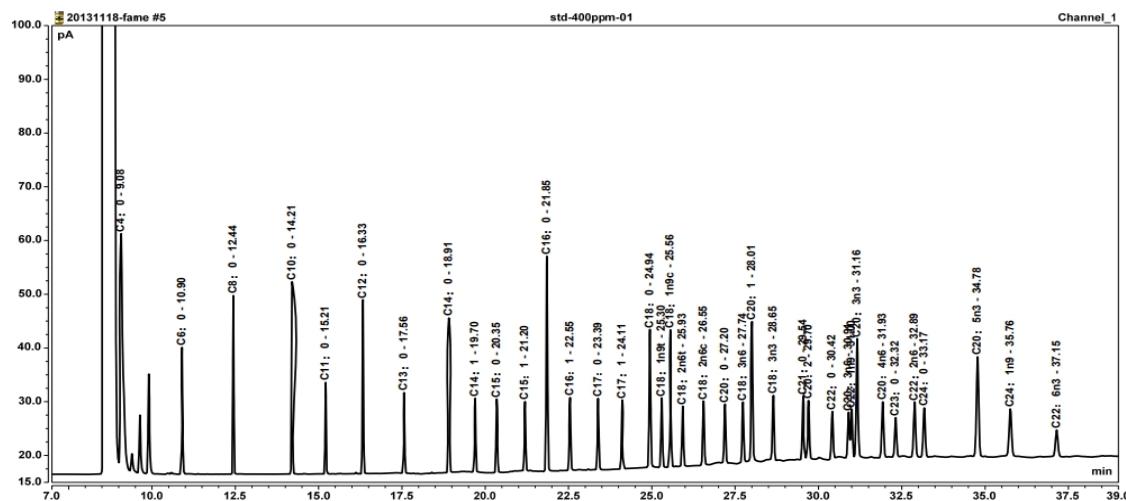


图 3-1 37 种脂肪酸甲酯标准溶液谱图

( 1- C4:0;2- C6:0;3- C8:0; 4- C10:0;5- C11:0; 6- C12:0;7- C13:0;8- C14:0;9- C14:1n5;10- C15:0;11- C15:1n5;12- C16:0;13- C16:1n7;14- C17:0;15- C17:1n7;16- C18:0;17- C18:1n9t;18- C18:1n9c;19- C18:2n6t;20- C18:2n6c;21- C20:0;22- C18:3n6;23- C20:1;24- C18:3n3;25- C21:0;26- C20:2;27- C22:0;28- C20:3n6;29- C22:1n9;30- C20:3n3;31- C20:4n6;32- C23:0;33- C22:2n6;34- C24:0;35- C20:5n3;36- C24:1n9;37- C22:6n3 )

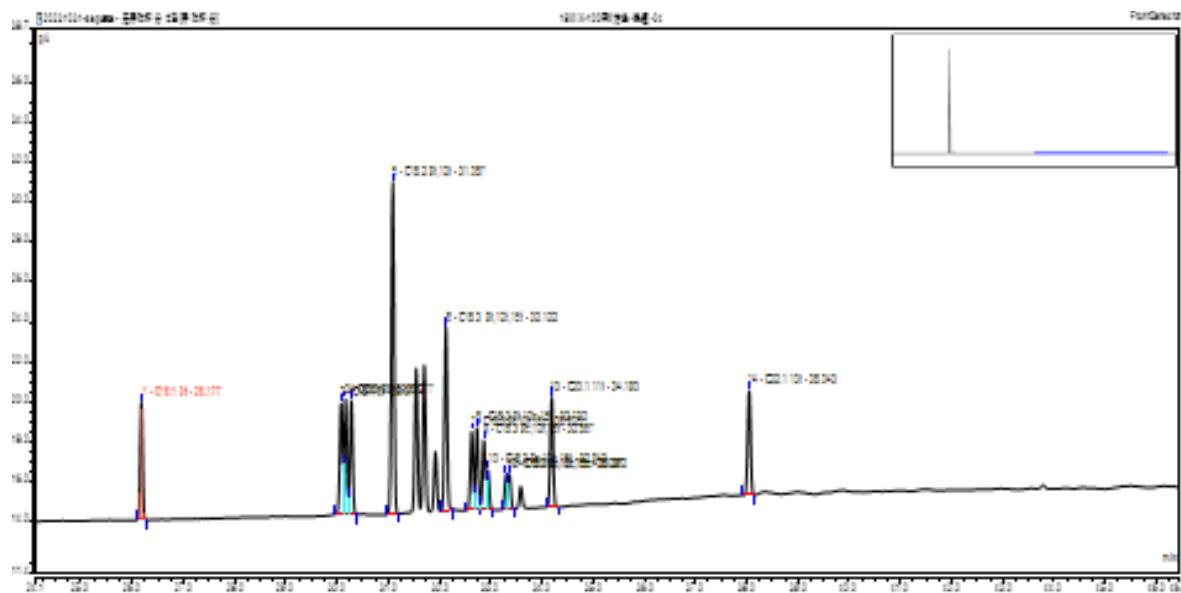


图 3-2 反式脂肪酸甲酯标准溶液谱图

( 1- C16:1 9t;2- C18:1 6t;3- C18:1 9t; 4- C18:1 11t;5- C18:2 9t,12t; 6- C18:3 9t,12t,15t;7- C18:3 9t,12t,15t;8- C18:3 9t,12c,15t;9- C18:3 9c,12t,15t;10- C18:3 9c,12c,15t;11- C18:3 9c,12t,15c;12- C18:3 9t,12c,15c;13- C20:1 11t;14- C22:1 13t )

**参考资料:**

[1] AN\_C\_GC-17 婴幼儿食品和乳品中脂肪酸的测定

## 气相色谱测定婴配中 1,3- 二油酸-2-棕榈酸甘油三酯和棕榈酸甘油三酯 (OPO)

本研究建立了婴幼儿配方奶粉中 OPO 含量的测定方法，旨在为保障婴幼儿配方奶粉安全和质量提供技术支持。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1310 气相色谱，配置如下： TRACE1310 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，FID 检测器，AS1310 自动进样器
耗材配置	TG-5 HT, 15 m, 0.25 mm, 0.1 $\mu$ m, PN: 26095-0350
外围设备	无
方案优势	1. 采用直接测定的方法，奶粉中的棕榈酸甘油三酯和 OPO 经提取后，采用气相色谱仪检测，内标法定量 2. 该方法操作简单，重复性好，准确性高，能够满足奶粉样品中的测定要求

### 参考谱图（数据）：

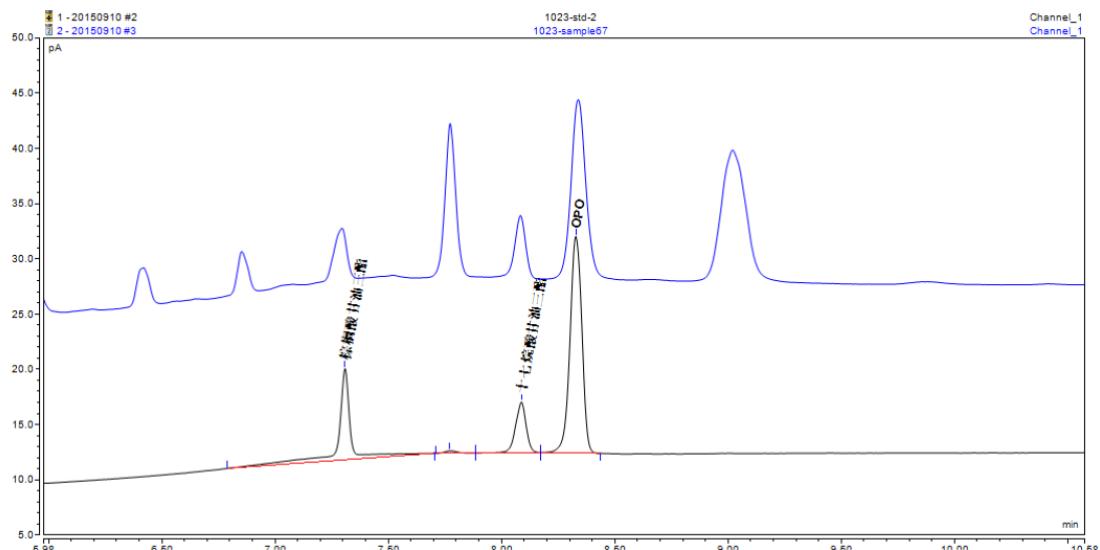


图 2. 实际样品测定谱图，上图为实际样品，下图为标准品溶液

### 参考资料：

[1] Application Notes\_C\_GC-51: 气相色谱法测定婴幼儿配方奶粉中的 1,3- 二油酸-2-棕榈酸甘油三酯和棕榈酸甘油三酯

## 2.5 食品中多糖类营养强化剂

### 离子色谱法测定食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖和乳糖

GB 5009.8-2023 食品安全国家标准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定

本文在 GB 5009.8-2023 标准方法的离子色谱条件下, 对多种食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖进行了测定。离子色谱法是标准中唯一适用于所有食品的方法。

配置建议及优势:

仪器配置	ICS 6000 SP ( 四元梯度泵 ) ICS 6000 DC 模块, 带有安培检测器 Dionex AS-AP 自动进样器
耗材配置	PA1 分析柱, 4 × 250 mm, (P/N 035391 ); PA1 保护柱, 4 × 50 mm, (P/N 043096)
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 赛默飞离子色谱采用专用的糖分析色谱柱, 对糖类物质具有很好的保留和分离效果;</li><li>2. 脉冲安培检测器 ( PAD ) 对糖类物质具有特异性响应和高灵敏度</li><li>3. 样品前处理简单, 无需衍生即可直接检测, 重复性好</li><li>4. 采用糖四电位波形, 对金电极清洗更完全, 电极更耐用</li><li>5. 赛默飞离子色谱- 脉冲安培检测法对食品中的单双糖、低聚糖、多聚糖、糖醇、氨基糖、酸性糖均可进行检测</li><li>6. 与标准中第一法液相色谱法相比, 离子色谱法具有适用范围更宽、色谱柱更耐用、无需有机试剂更绿色安全的特点</li></ol>

参考谱图 ( 数据 ) :

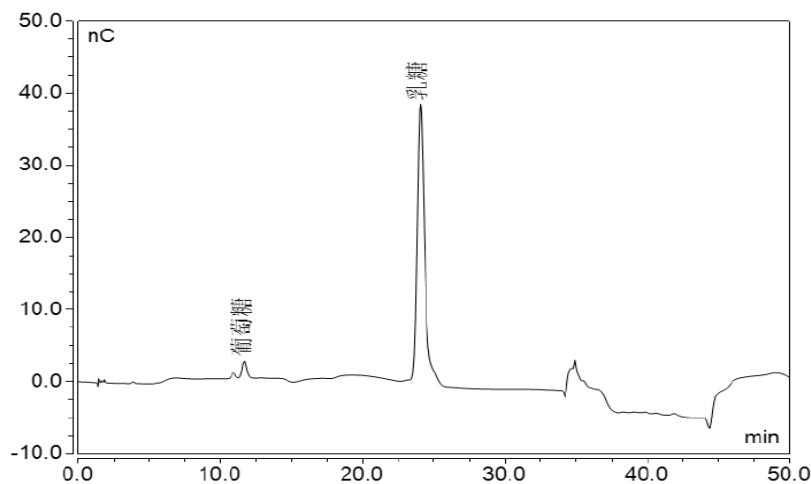


图 2 乳粉样品色谱图

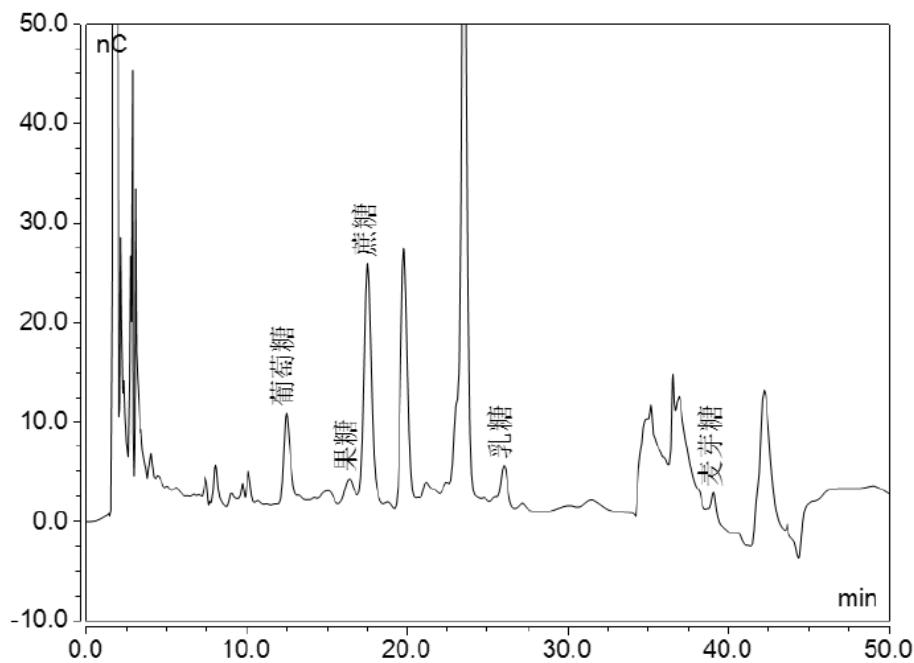


图 3 肉制品（烤鸭）样品色谱图

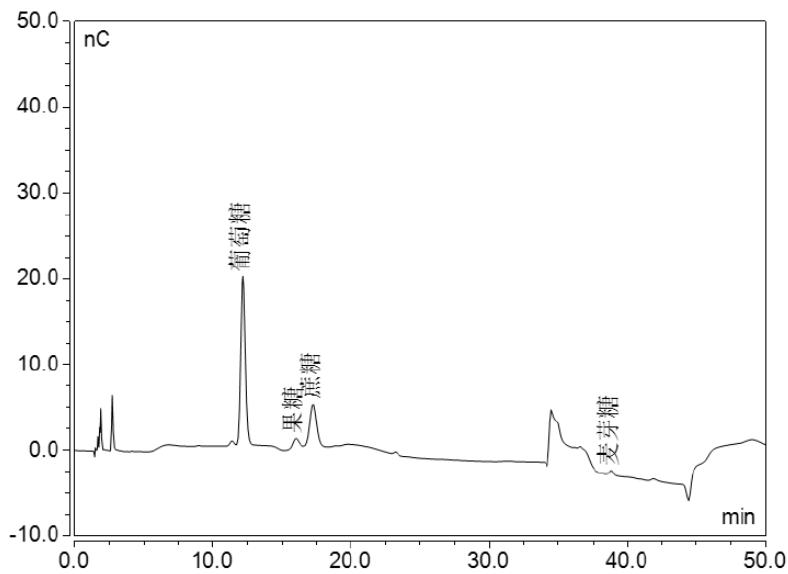


图 4 粮食（大米）样品色谱图

#### 参考资料：

- [1] GB 5009.8-2023 食品安国家标 准 食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖的测定
- [2] AN\_24027\_IC: 离子色谱法测定食品中果糖、葡萄糖、蔗糖、麦芽糖和乳糖
- [3] 郑惠玲, 邓宝浣, 肖桂秋等. 高效离子交换色谱法测定半乳糖、葡萄糖、乳糖及低聚半乳糖含量. 食品科学[J], 2014, 35(06):180-184.

## 离子色谱法检测食品中低聚半乳糖和葡萄糖

GB 1903.27-2022 食品安全国家标准 营养强化剂 低聚半乳糖

GB/T 23528.2-2021 低聚糖质量要求 第二部分：低聚果糖

GB 5009.245-2016 食品安全国家标准 食品中聚葡萄糖的测定

GB 5009.255-2016 食品安全国家标准 食品中的果聚糖的测定

GB 5009.258-2016 食品安全国家标准 食品中的棉子糖的测定

试样采用相应的方法提取和净化，经沉淀蛋白质、除去脂肪后，以氢氧化钠和醋酸钠溶液为淋洗液，阴离子交换柱分离，脉冲安培检测器检测。该方法稳定性好，目标物附近干扰少适用于食品中糖类的检测。

### 配置建议及优势：

仪器配置	ICS6000 离子色谱，配置如下： SP 低压四元泵；DC 检测器和色谱组件单元；ED 安培检测器 (P/N 072042) ED 安培检测池 (P/N 072044)；Au 电极、衬垫及抛光套件 (P/N 079850)； Ag/AgCl 参比电极 (P/N 061879)；AS-AP 自动进样器
耗材配置	PA1 分析柱，4 × 250 mm, (P/N 035391); PA1 保护柱，4 × 50 mm, (P/N 043096) PA20 分析柱，4 × 150 mm, (P/N 060142) PA20 保护柱，4 × 30 mm, (P/N 060144)
方案优势	7. 低聚半乳糖的测定无需酶解，降低成本，对照容易获得。 8. 采用 ICS6000 搭配不同糖分离柱对食品中多糖营养强化剂进行分析检测，糖四电位波形稳定性强，选择性好，灵敏度高。 9. 满足 GB 1903.27-2022、GB/T 23528.2-2021、GB 5009.245/255/258-2016 标准中对多种糖的检测要求。

### 参考谱图（数据）：

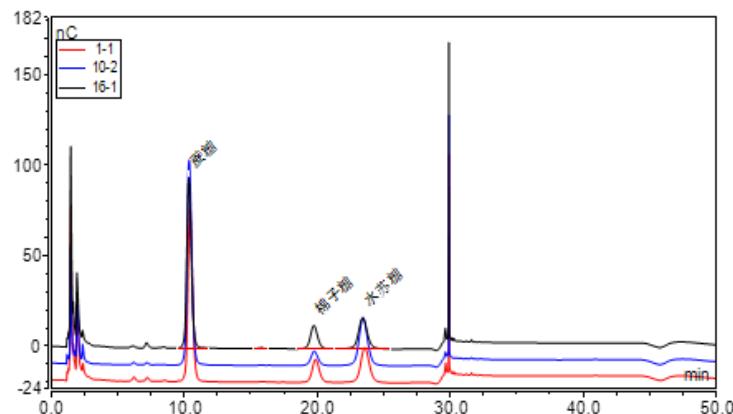


图 3.6-1 样品谱图

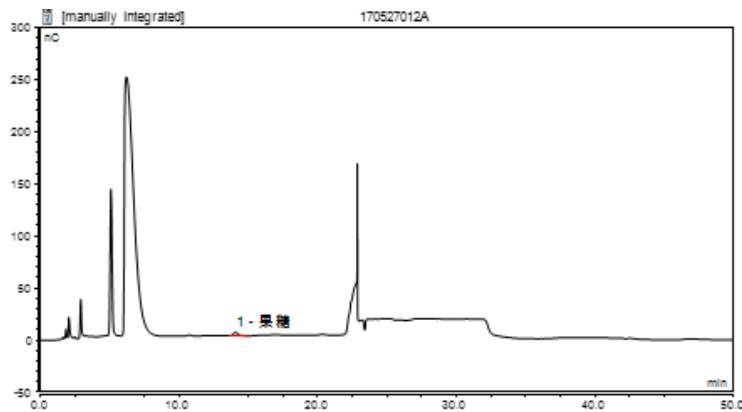


图 3.6-2 样品果聚糖谱图

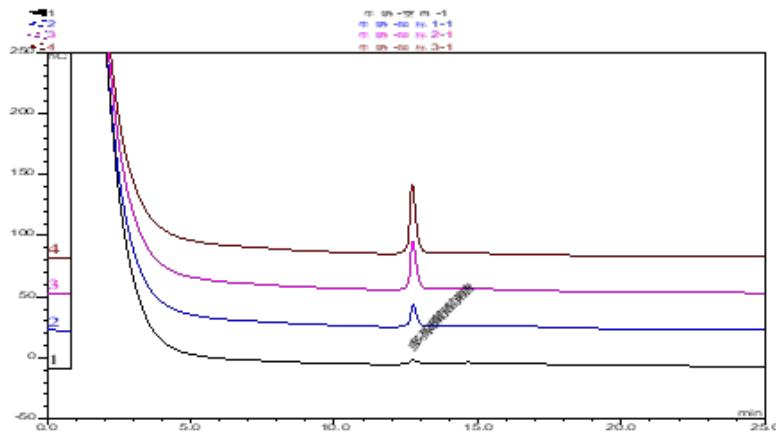


图 3.6-3 样品多聚葡萄糖加标谱图

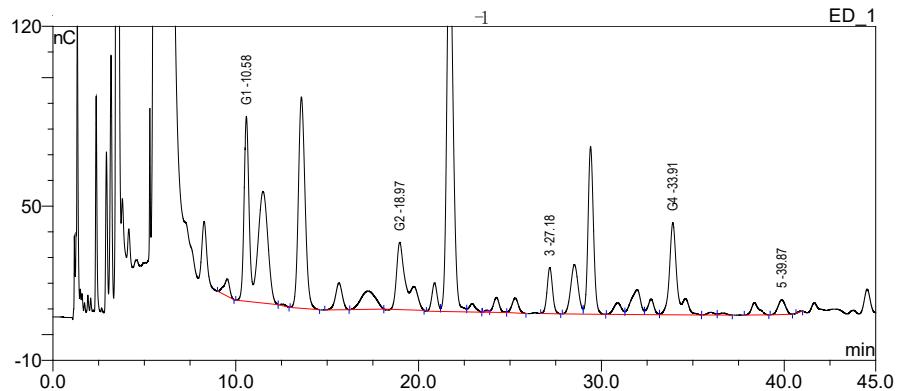


图 3.6-4 样品低聚半乳糖谱图

#### 参考资料:

- [1] 2019-APP-IC-046-豆粕中蔗糖棉子糖水苏糖测定.
- [2] 2017-APP-IC-101-乳品中果聚糖的测定 (IC-ED).
- [3] AN\_C-2016-IC-004 离子色谱法测定食品中的果聚糖.
- [4] 李建文,王国栋,杨月欣.高效离子色谱-脉冲安培检测法测定食品中多聚葡萄糖[J].卫生究.2008,37(02):225-228.
- [5] AN\_C\_IC-080-离子色谱-脉冲安培检测法测定婴幼儿配方奶粉中的反式低聚半乳糖.

## 液相色谱-电雾式检测器 (CAD) 测定母乳低聚糖 (HMOs) 中乳糖-N-新四糖

依据国家卫健委及国家食品安全风险评估中心公示的相关母乳低聚糖 CAD 检测方法[1][2]，通过赛默飞 Vanquish Core 高效液相色谱仪结合电雾式检测器 ( CAD )，对母乳低聚糖 ( HMOs ) 进行测定，结果表明 CAD 方法稳定性好、灵敏度高，均能满足系统适应性要求及 HMOs 原料质控的需求。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Core 高效液相色谱，配置如下： Vanquish Quaternary Pump ( VC-P21-A-01 ) 泵 Variable Wavelength Detector C ( VC-D40-A-01 ) ； Vanquish Charged Aerosol Detector H ( VH-D20-A ) 检测器 Vanquish Sampler CT ( VC-A12-A-02 ) 自动进样器 Column Compartment C ( VC-C10-A-03 ) 柱温箱
耗材配置	Shodex Asahipak NH2P-50 4E 4.6 mm×250 mm, 5m
外围设备	无
方案优势	1. 通过紫外检测器串联电雾式检测器 ( CAD ) 成功复现了母乳低聚糖中 LNnT( 乳糖 -N- 新四糖 ) 当前公示的国家标准方法 2. 对于需要重点控制的主要杂质乳糖 -N- 新四糖果糖异构体，由于限度较低，公示标准采用了更加灵敏的 CAD 检测器进行分析，方法学考察结果显示，灵敏度和重现性均符合标准要求 3. 本方法还可作为婴幼儿配方奶粉、调制乳粉( 儿童用 ) 以及特殊医学婴儿食品中 LNnT 含量测定的参考

### 参考谱图 ( 数据 ) :

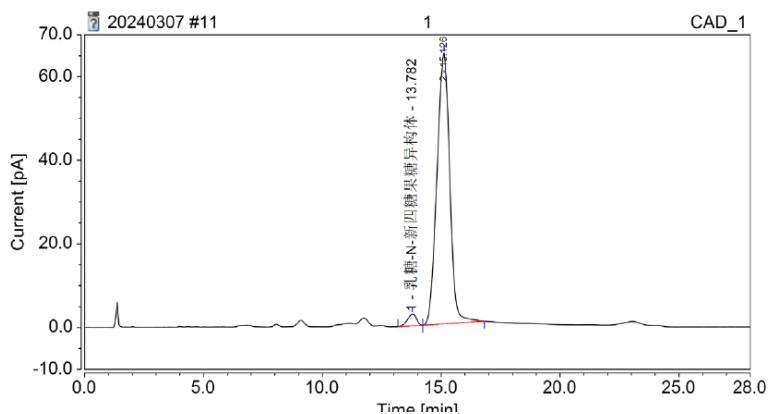


图 6 原料中乳糖 -N- 新四糖果糖异构体测定结果 ( CAD )

### 参考资料：

- [1] 《关于桃胶等 15 种“三新食品”的公告》(2023 年第 8 号)，国家卫生健康委，2023 年 9 月 22 日
- [2] AN\_24036\_HPLC: 电雾式检测器 ( CAD ) 用于母乳低聚糖 ( HMOs ) 中乳糖 -N- 新四糖的测定

## 液相色谱串联质谱测定婴幼儿配方奶粉中 7 种母乳低聚糖 (HMOs)

T/TDSTIA 032-2023《婴幼儿配方乳粉中 7 种母乳低聚糖含量的测定液相色谱- 质谱法》

采用 TSQ Altis Plus 液相色谱串联三重四极杆质谱平台建立了检测 7 种母乳低聚糖的方法, 该方法可以覆盖团标 T/TDSTIA 032-2023; 灵敏度均满足标准检测要求, 专属性强, 稳定性好, 适用于婴幼儿配方奶粉中 7 种母乳低聚糖的定量分析与检测。

### 配置建议及优势:

仪器配置	Vanquish 超高效液相色谱 TSQ Altis Plus 三重四极杆质谱仪, 配 ESI 源
耗材配置	Hypercarb 2.1*100mm, 3um 色谱柱 P/N 35003-102130
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>建立的检测方法具有优异的灵敏度, 线性关系良好, 线性方程 R<sup>2</sup> 均在 0.999 以上, 重现性优异, 低、中和高浓度的 7 种 HMOs 的 RSD 均在 5% 以内, 完全满足团标方法 T/TDSTIA 032-2023 的标准要求</li><li>TSQ Plus 系列三重四极杆可实现较快的极性切换, 每次运行可通过极性切换实验分析更多化合物, 提高生产力</li></ol>

### 参考谱图 (数据):

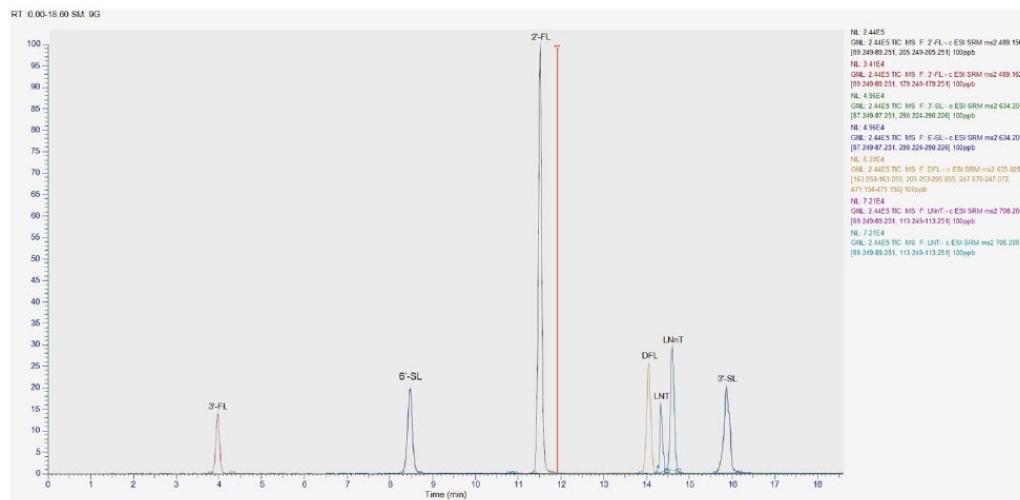


图 1 100 ng/mL 的 7 种 HMOs 的提取离子流叠加图

### 参考资料:

- [1] T/TDSTIA 032-2023 婴幼儿配方乳粉中 7 种母乳低聚糖含量的测定 液相色谱- 质谱法
- [2] AN\_24046\_LSMS: 全新一代 TSQ 系列液质三重四极杆测定婴幼儿配方奶粉中 7 种母乳低聚糖

### 3. 食品添加剂

#### 3.1 食品中防腐剂的检测

##### 液相色谱法检测苯甲酸、山梨酸、水杨酸和对羟基苯甲酸酯类防腐剂

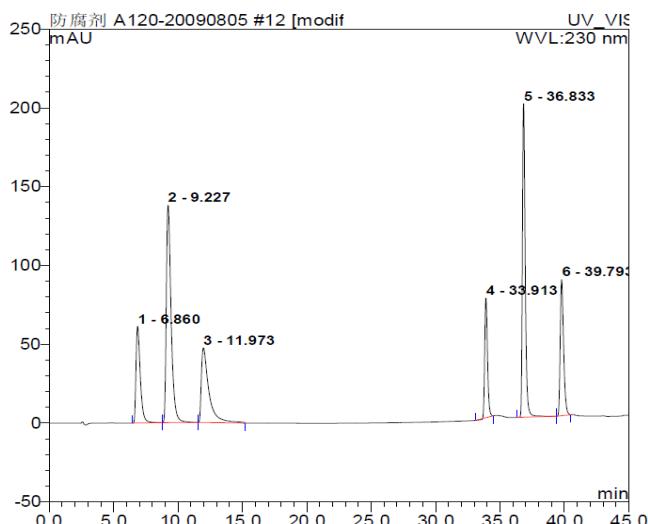
GB 5009.28-2016 食品安全国家标准 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定

采用液相色谱法对食品中抗氧化剂进行分析检测，本方法专属性强。整个方法前处理要求严格，仪器灵敏度、分离度高，精密性好，能够检测食品中抗氧剂的检测。

配置建议及优势：

仪器配置	Ultimate 3000 液相色谱，配置如下： LPG-3400SD，VWD-3100 RS 检测器 WPS-3000TSL RS 自动进样器，TCC-3000RS 柱温箱
耗材配置	Acclaim C18 ( 150 × 2.1mm, 3um )
外围设备	无
方案优势	4. 操作简单，简化步骤，优化国标方法，缩短分析时间 5. 采用 U3000-VWD，对食品中防腐剂进行分析检测；满足 GB5009.28-2016 标准中检测的要求。 6. 提供高灵敏度、低检出限，数据处理简单的高效方案。

参考谱图（数据）：



苯甲酸、山梨酸、水杨酸和对羟基苯甲酸酯图

参考资料：

[1] LC-AppGZ-09093-苯甲酸、山梨酸、水杨酸和对羟基苯甲酸酯类防腐剂的液相色谱方法开发

## 液相色谱法检测食品中防腐抑菌剂-脱氢乙酸

### GB 5009.121-2016 食品安国家标准 食品中脱氢乙酸的测定

本文采用了 Acclaim Organic Acid 有机酸专用柱，配合 Vanquish™ Core 高效液相色谱仪，建立了食品中脱氢乙酸测定的高效液相色谱方法。样品经蛋白沉淀、碱液提取、正己烷除脂、调节 pH、离心过膜后，上机测试。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish™ Core , 配置如下： VF-P32-A 泵, VC-D11-A 检测器 VC-A-12-A 自动进样器, VH-C10-A 柱温箱
耗材配置	Acclaim Organic Acid, 5 -m, 4.0×250 mm (P/N: 062902)
外围设备	无
方案优势	1. Acclaim Organic Acid 能够完美解决脱氢乙酸峰形拖尾的问题。 2.方法满足 GB5009.121-2016 标准中检测的要求。 3.提供高灵敏度、低检出限，数据处理简单的高效方案。

#### 参考谱图（数据）：

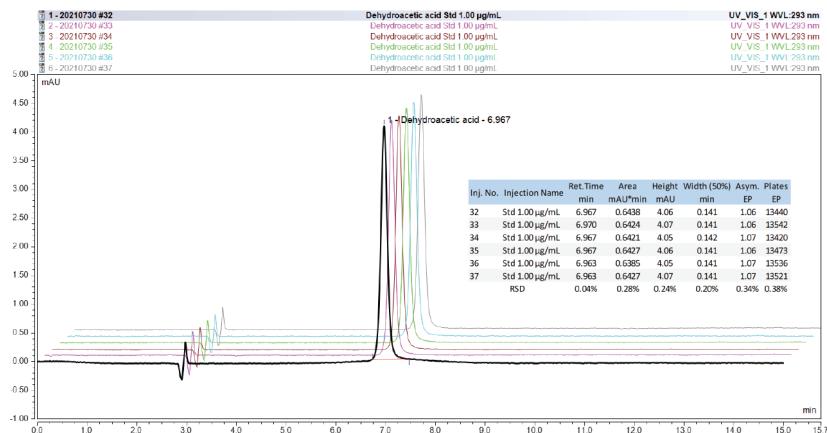


图 5. 脱氢乙酸标准品溶液 1.00 -g/mL 6 次重复进样叠加谱图

#### 参考资料：

[1] AN\_22014\_CCS Acclaim Organic Acid 应用于食品中脱氢乙酸的测定

## 气相色谱法检测食品中苯甲酸类防腐剂

GB 5009.28-2016 食品安国家标 食品中苯甲酸、山梨酸和糖精钠的测定

采用 TRACE 1310 GC 配以分流/不分流毛细管进样口和氢火焰离子化检测器 (FID) 对苯甲酸、苯甲醇、对羟基苯甲酸甲酯等 8 种防腐剂进行分析检测。采用 Chromleon7.1 软件控制 TRACE 1310 GC 系统并进行数据采集、数据分析，实现从进样到最终报告所有分析工作的自动化、智能化操作。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1300 气相色谱，配置如下： TRACE1310 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，FID 检测器
耗材配置	TG-WAXMS (30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 $\mu$ m PN: 26088-1420)
外围设备	无
方案优势	4. 采用 Chromleon7 软件进行数据采集和数据处理，方便快捷。 5. 该方法前处理过程简单，检测灵敏度高。 6. 采用 GC-FID 对食品中防腐剂进行分析检测，满足国标要求。

### 参考谱图（数据）：

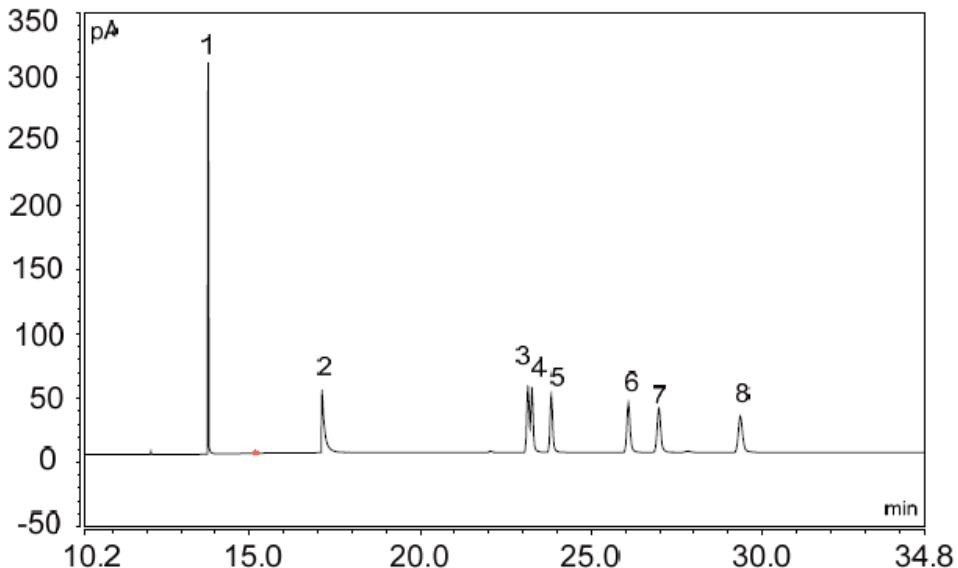


图1 标准溶液色谱图

### 参考资料：

[1] Application Note C\_GC-13 采用 TRACE 1310 GC 分析食品、饮料和化妆品中的防腐剂

## 3.2 食品中抗氧化剂的检测

### 液相色谱法快速分析食用油中的九种抗氧化剂

采用小粒径填料色谱柱，建立了采用 UHPLC 法同时分析测定食用油中没食子酸丙酯(PG)、2,4,5-三羟基苯丁酮(THBP)、叔丁基对苯二酚(TBHQ)、去甲二氢愈创木酸(NDGA)、叔丁基对羟基茴香醚(BHA)、2,6-二叔丁基-4-羟甲基苯酚(Ionox-100)、没食子酸辛酯(OG)、2,6-二叔丁基对甲基苯酚(BHT)、没食子酸十二酯(DG)9 种抗氧化剂的解决方案。

**配置建议及优势：**

仪器配置	Vanquish Flex UHPLC，配置如下： Binary Pump F, VWD F (流通池体积 11 $\mu$ L ) Split Sampler FT, Column Compartment H
耗材配置	Hypersil Gold C18 4.6 mm $\times$ 250 mm, 5.0 -m ( PN: 25005-254630 )
外围设备	无
方案优势	1. 分析时间短，11 分钟即可完成九种抗氧化剂的分离。 2. 提供高灵敏度、低检出限，方法稳定性好的高效方案。

**参考谱图（数据）：**

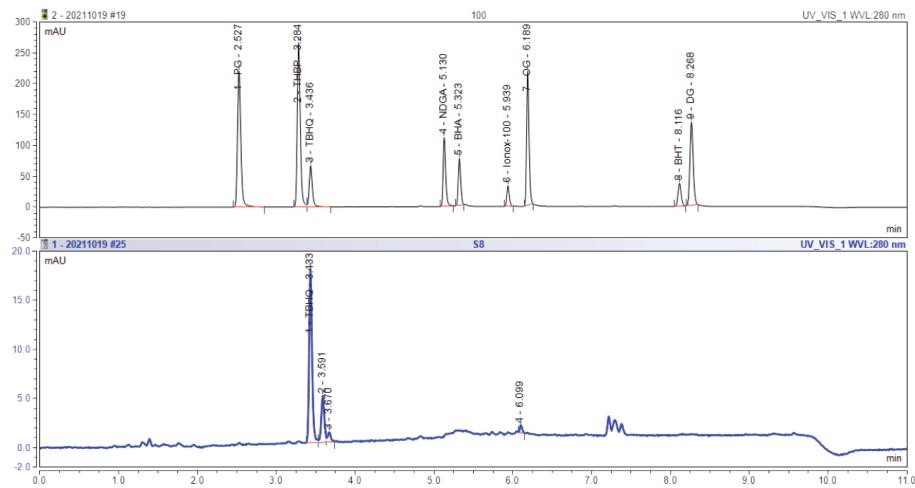


图 2. UHPLC 法分析九种抗氧化剂标准溶液及样品测定色谱图

**参考资料：**

[1] AN\_21040\_HPLC-采用 UHPLC 法快速分析食用油中的九种抗氧化剂

## 气相色谱法检测食品中 9 种抗氧化剂

GB 5009.32-2016 食品安全国家标准 食品中 9 种抗氧化剂的测定

采用 GC-FID 法对食品中三种常见的抗氧化剂进行分析检测，选择低流失，高惰性的 TG-5MS 色谱柱，该方法简单、快速、灵敏度高。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1300 气相色谱，配置如下： TRACE1310 GC，带 SSL 分流/不分流进样口，FID 检测器
耗材配置	TR-5MS GC column 30 m×0.25 mm×0.25 μm ( P/N: 26098-1420 )
外围设备	无
方案优势	1. 采用 Chromelion7 软件进行数据采集和数据处理，方便快捷。 2. 该方法前处理过程简单，检测灵敏度高。 3. TG-5MS 色谱柱低流失，高惰性，有效提高检测方法灵敏度，线性范围良好。

### 参考谱图（数据）：

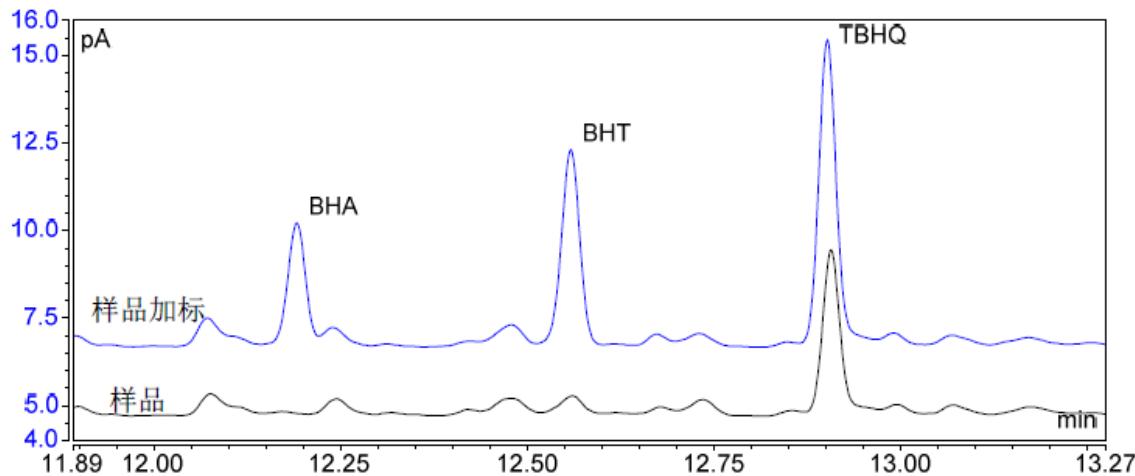


图 2. 样品及样品加标色谱图（加标量 1 mg/L）

### 参考资料：

[1] CCS-SP-014 食品中抗氧化剂的检测

### 3.3 食品中甜味剂的检测

#### 液相色谱-电雾式检测器 (CAD) 同时检测多种甜菊糖苷类甜味剂

GB 1886.355-2022 食品安全国家标准 食品添加剂 甜菊糖苷建立同时检测多种甜菊糖苷类甜味剂的一测多评法，并验证方法在食品中甜味剂检测的可行性和准确性。利用 CAD 检测器响应一致性的特点，建立简单、高效、仅需一种标准品即可实现多种甜菊糖苷甜味剂同时检测的含量测定方法。

配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Core 液相色谱，配置如下： Vanquish Quaternary Pump, DAD& CAD 检测器 Vanquish Autosampler, Vanquish Column Compartment
耗材配置	claim 120 C18, 4.6 × 250mm, 5 μm ( P/N: 059149 )
外围设备	无
方案优势	4. 操作简单，简化步骤，优于国标方法，缩短分析时间。 2. 与国标方法相比，该方法灵敏度高、各组分相对校正因子更统一，可实现真正的一测多评效果。 3. CAD 检测器拥有高灵敏度、宽线性范围、良好响应一致性的检测特点，在食品添加剂检测领域中具有较高的普适性。

参考谱图（数据）：

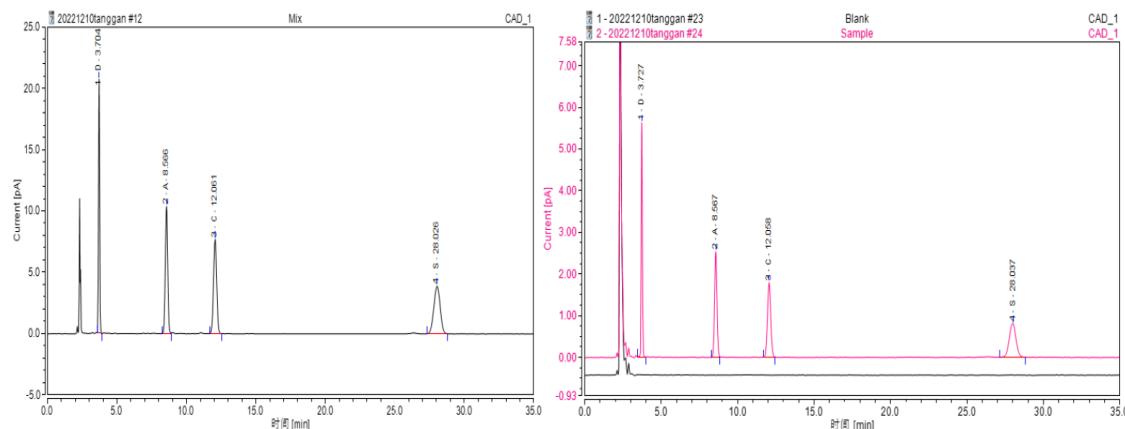


图1 甜菊糖苷甜味剂检测结果（左：标准品溶液，右：样品溶液和样品加标溶液）

参考资料：

[1] AN\_22079\_HPLC 采用电雾式检测器 (CAD) 同时检测多种甜菊糖苷类甜味剂的应用研究

## 液相色谱串联质谱测定食品中甜味剂

GB 2760-2024 食品安全国家标准 食品添加剂使用标准

GB 5009.97-2023 食品安全国家标准 食品中环己基氨基磺酸盐的测定

采用 TSQ 系列三重四极杆液质联用仪，白酒中痕量甜味剂检测的方法；简单快速，无溶剂效应，基质干扰小，重现性好等优点，非常适用于酒类样品中痕量甜味剂的直接进样分析。

### 配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish Flex 高效液相色谱仪 TSQ Quantis 三重四极杆质谱仪
耗材配置	Hypersil GOLD C18 色谱柱 (2.1 × 100mm, 1.9 μm)
外围设备	无
方案优势	1. 样品无需处理，直接进样分析； 2. 无溶剂效应和基质干扰，灵敏度和定性准确度高； 3. 分析具有简单快速，无溶剂效应，基质干扰小，重现性好

### 参考谱图（数据）：

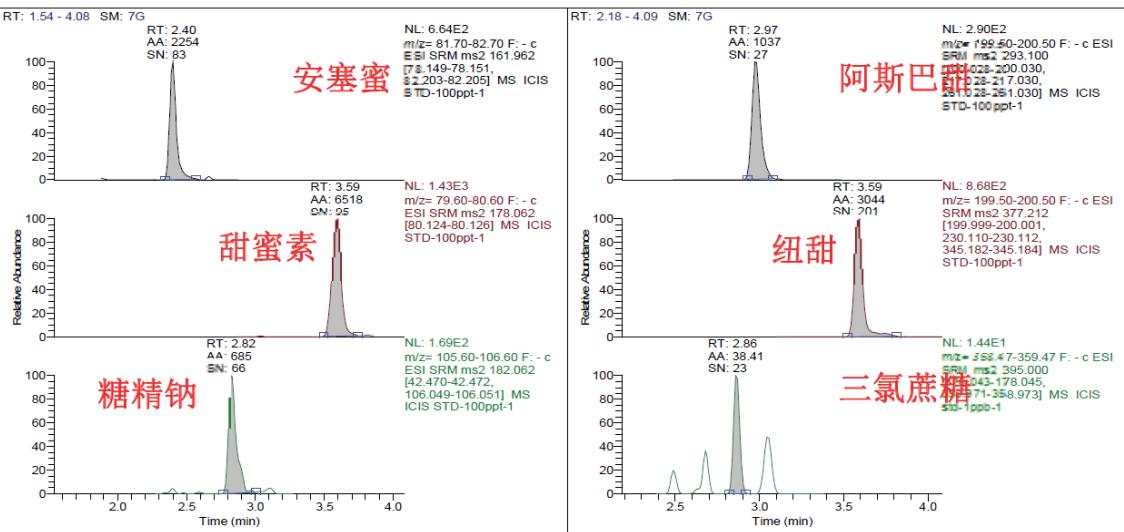


图 1 6 种甜味剂在 LOQ 浓度时的提取离子图

### 参考资料：

[1] APPLICATION NOTE 21652 超高效液相三重四极杆串联质谱 TSQ Quantis 直接进样分析白酒中痕量甜味剂

## 3.4 食品中着色剂的检测

### 液相色谱法检测食品中合成色素

GB 5009.35-2023 食品安全国家标准 食品中合成着色剂的测定

本文采用液相色谱法，使用 SYNCRONIS C18 色谱柱对柠檬黄、苋菜红、胭脂红、日落黄、诱惑红、亮蓝六种合成色素进行分析，结果六种物质得到了很好的分离和保留。

配置建议及优势：

仪器配置	Vanquish™ Core，配置如下： VF-P32-A 泵， UV 254 nm 检测器 VC-A-12-A 自动进样器， VH-C10-A 柱温箱
耗材配置	Syncronis C18, 5 $\mu$ m, (150×4.6 mm(货号 97105-154630)
外围设备	无
方案优势	1. Syncronis C18 对六种合成着色剂具有良好分离度，峰形良好。 2. 方法满足 GB5009.35-2023 标准中检测的要求。 3. 提供高灵敏度、低检出限，数据处理简单的高效方案。

参考谱图（数据）：

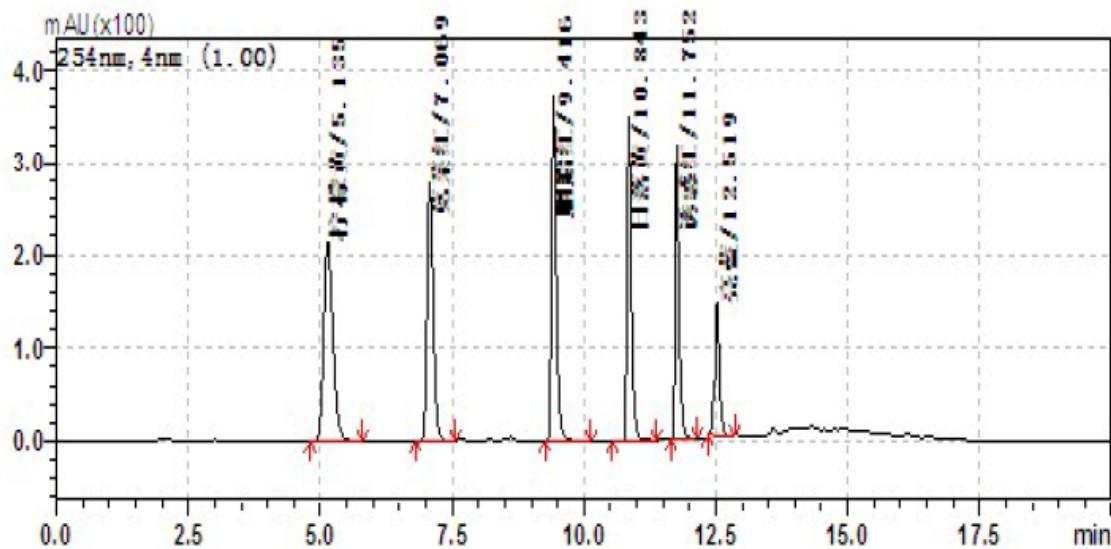


图 1 六种合成着色剂的色谱图

参考资料：

[1] CCS 赛默飞食品安全应用文集

## 4. 食品风味分析

### GC-Orbitrap/MS 分析烤肉中的挥发性香气成分

采用无溶剂、环境友好、且快捷方便的 SPME 作为进样方式，利用超高分辨率的静电场轨道阱质谱仪 (GC-Orbitrap/MS) 其的灵敏度表现，对不同种类烤肉中挥发性香气成分进行分析，使用赛默飞 TraceFinder 4.1 软件 DeconvolutionPlugin 自动完成化合物定性分析，可对不同类型烤肉进行香气成分分析。

#### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1610 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 Orbitrap Exploris GC 高分辨气质联用仪 TriPlus RSH SMART 自动进样器
耗材配置	Trace GOLD TG-5 30m×0.25 mm (内径) ×0.25 -m
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>超高的分辨率，极高的灵敏度为化合物分析提供了可靠的保证。</li><li>整套方法囊括“样品制备—SPME 萃取—GC 分离—质谱检测—数据分析—数据统计”的工作流程，使 GC-Orbitrap/MS 系统成为未知挥发性化合物分析的强大工具。宽动态范围，保证了高低浓度化合物谱图的准确性。</li><li>超高分辨率、高质量精度测定、高灵敏度于一体，为食品香气成分鉴定、未知物分析、食品组学提供助力。</li></ol>

#### 参考谱图（数据）：

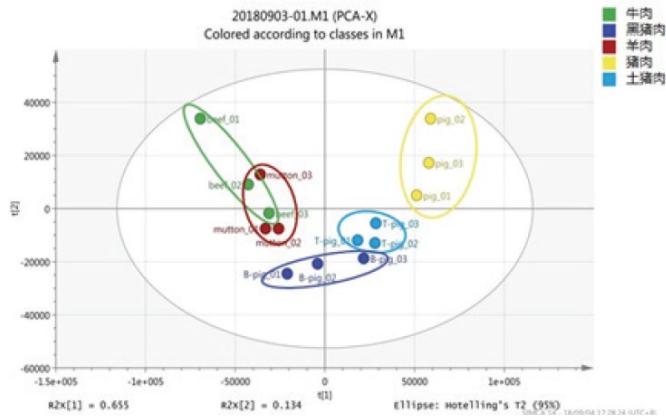


图 4：不同种类肉品 PCA 分析结果图

#### 参考资料：

[1]AN\_19006\_GCMS 气相色谱-四极杆-静电场轨道阱高分辨质谱 (GC-Orbitrap/MS) 分析烤肉中的挥发性香气成分

## HS-SPME-气相色谱质谱结合多元统计鉴定四川浓香型菜籽油特征香气化合物

通过 HS-SPME 结合 GC-MS 分析二十种不同产地、品种的菜籽油的香气组成，并结合偏最小二乘判别分析 (OPLS\_DA) 对其中四川浓香型菜籽油的特征香气化合物进行辨识，为四川浓香型菜籽油香气及质量评价、品质鉴别提供参考依据。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 GC 带 SSL 分流/不分流进样口 ISQ7610 四极杆质谱仪或 TSQ9610 三重四极杆质谱仪 Triplus RSH Smart 配备 SPME 模块
耗材配置	Trace-GOLD TG-5SilMS (30 m × 0.25 mm × 0.25 -m) ; SPME 纤维头； SPME 专用衬管；20mL 螺旋盖顶空瓶 (PN: 6ASV20-1) ; SPME 专用螺纹盖 和 1 mm 盖垫 (PN:18-MSC-ST101)
方案优势	1. 基于 HS-SPME-GC-MS 技术结合多元分析方法为油品检测和质控提供了一套有效的快速检测方法；灵敏度高、SRM 模式抗干扰能力更为优异，提供更高的灵敏度，以应对复杂基质的干扰。 2. 通过 OPLS-DA 模型进行多元统计分析，实现浓香型菜籽油与其他油品的差异分析，同时可得到相应的特征香气化合物，为快速鉴别和特异性分析提供了生物标记物。

### 参考谱图（数据）：

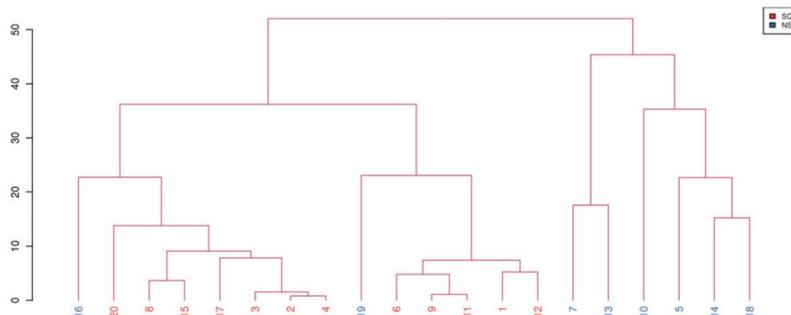


图3 二十种不同的菜籽油聚类分析结果

### 参考资料：

[1] AN\_19008\_GCMS 基于 HS-SPME-GC-MS 结合多元统计分析方法鉴定四川浓香型菜籽油特征香气化合物

## 全二维气相色谱- 静电场轨道阱高分辨质谱联用分析白酒中的挥发性特征组分

采用全二维气相色谱搭配静电场轨道阱高分辨质谱，建立了一种准确鉴定白酒品质的方法，既利用了全二维气相色谱峰容量大，分离度高的特点，又兼具了静电场轨道阱质谱分辨率高，灵敏度高的优势，强强联合，可以准确地进行白酒基质中挥发性化合物组分的分离及鉴定，是实现白酒风味组分表征的有力工具。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1600 GC 带 SSL 分流/不分流进样口 Orbitrap Exploris GC 静电场轨道阱高分辨气质联用仪 RSH SMART 多功能自动进样器 雪景科技 (J&X Technologies) 固态热调制器
耗材配置	一维柱：TG-WAXMS 30m*0.25mm*0.25μm 二维柱：TG-17SilMS, 3m*0.18mm*0.18μm
方案优势	1. 使用 Orbitrap Exploris GC 静电场轨道阱高分辨气质联用仪搭载 J&X 固态热调制器对白酒中的挥发性特征组分进行分析，在四种白酒中分别准确定性出 600-1100 个风味化合物，包括酯类，醇类，酸类等，建立族类定义模板后，可批量进行族类分析快速分析样品中不同种风味类型化合物。 2. Orbitrap Exploris GC 具有超高分辨率，高精度和高灵敏度；可帮助获得高质量结果 3. GC <sub>x</sub> GC 成倍增加了色谱的分离度，通过热调制可以将一维色谱中共流出的组分再次分离，如样品重大马士酮和乙酸苯乙酯，十四烷醛等化合物在二维模式下共流出问题得以完美解决

### 参考谱图（数据）：

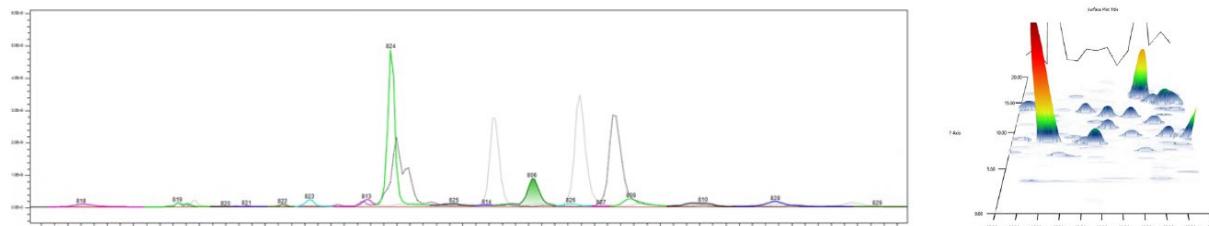


图 4. RT<sub>1</sub>=46.5min 二维平面谱图及 3D 图

### 参考资料：

[1] AN\_24049\_GCMS: 全二维气相色谱- 静电场轨道阱高分辨质谱联用分析白酒中的挥发性特征组分

## 5. 食品掺假和溯源

### LC-Orbitrap 液质高分辨在非标记蛋白定量方法在掺假肉鉴别中的应用

采用 Orbitrap Exploris 480 超高分辨率质谱仪系统基于数据依赖型采集模式 (DDA) 进行数据采集, 结合 ProteomeDiscoverer 3.0 软件对猪、牛、羊肉样品进行非标记定量蛋白质鉴定与分析, 筛选不同肉类的特征肽段并根据特征肽鉴别肉的种属以提高鉴别的准确性, 为肉类掺假检测提供技术支持。

配置建议及优势:

仪器配置	Vanquish Neo UHPLC 高效液相色谱仪 Orbitrap Exploris 480 高分辨质谱仪 Proteome Discoverer 3.0 软件
耗材配置	Double nanoViper™ PepMap™ Neo UHPLC ( 2 $\mu$ m C18 75 $\mu$ m x 150mm ) ;
外围设备	无
方案优势	<ol style="list-style-type: none"><li>Vanquish Neo UHPLC 系统是一体化的纳流、毛细流和微升流速液相色谱系统, 无论是从痕量样品的发现性研究到高通量大样本队列验证, 均可获得高灵敏高重现的数据结果。</li><li>Orbitrap Exploris 系列静电场轨道阱高分辨质谱仪, 兼具高分辨率及高灵敏度, 在大队列样本分析中保持质量轴长期稳定, 确保获取高质量的数据; 轻度捕获模式 (Mild Trapping), 以更温和的采集模式, 减少源内裂解, 提高易碎代谢物的响应强度。</li><li>可以同时对多种肉类进行鉴别, 为肉类掺假鉴定提供强大的检测平台。</li></ol>

参考谱图 (数据) :

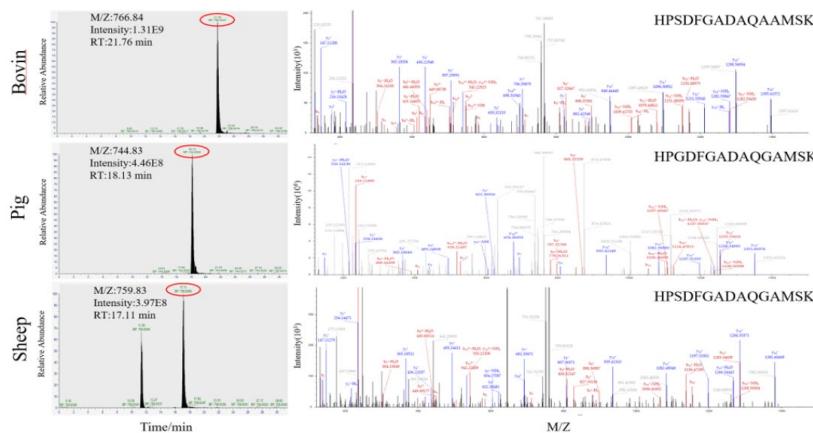


图1 不同物种Myoglobin蛋白特征肽的色谱质谱提取峰及质谱图

参考资料:

[1] AN\_LSMS\_23046 基于 Orbitrap 的非标记蛋白定量方法在掺假肉鉴别中的应用

## GC-Orbitrap/MS 用于食品化学轮廓描绘和示差分析

利用 Q Exactive™ GC 混合四极杆-Orbitrap™ 质谱仪出色的分析表现来对不同产地、年份、和类型的威士忌酒进行轮廓描绘分析。为酒品的全面分析、质量控制、和品牌管理保护提供了强大的工具支撑。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1310 GC, 带 SSL 分流/不分流进样口 Orbitrap Exploris GC 高分辨气质联用仪 TriPlus RSH SMART 自动进样器
耗材配置	TG-5SiIMS 30 m × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm (P/N 26096-1425)
方案优势	1. 超高的分辨率，极高的灵敏度为化合物分析提供了可靠的保证。 2. Orbitrap 质谱仪能够实现样品中所有组分的高质量准确度检测，使得对样品快速、可靠、不局限于组分浓度的表征， 3. 样品分析在高质量分辨能力下使用全扫非定靶采集方式进行，以获得精确质量数据。

### 参考谱图（数据）：

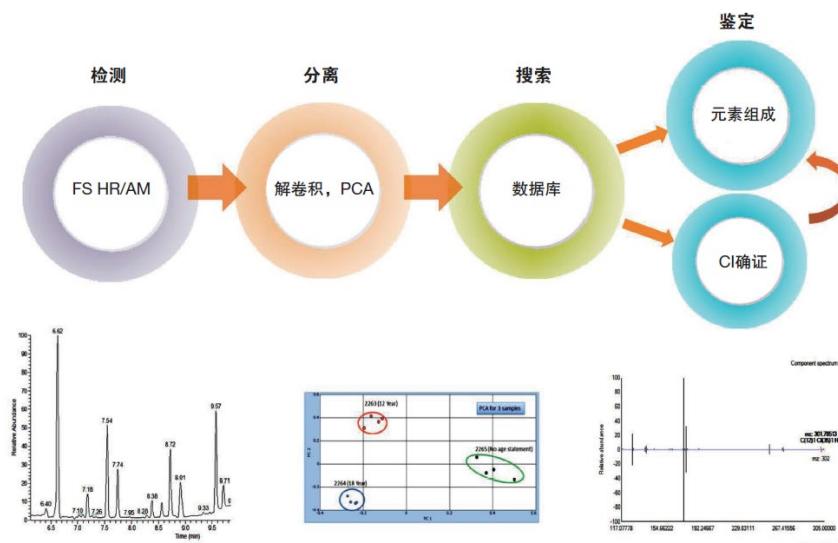


图 1. 用 Q Exactive GC 系统进行化学轮廓描绘和标志物鉴定的工作流程

### 参考资料：

[1] AN 10492\_C\_GCMSMS\_201604 使用 Orbitrap GC-MS 对威士忌酒进行化学轮廓描绘和示差分析

## 采用气相色谱质谱测定痕量 3-MPD 以鉴别葡萄酒掺假

采用无水乙醚直接萃取葡萄酒，用 GC-MS 检测萃取液是否含有 3-MPD 及含量，以判定葡萄酒是否掺假。葡萄酒成分复杂，萃取液中有很多共萃物，使低浓度 3-MPD 分析检测具有很大挑战。本实验采用 ISQ7610 气相色谱- 四极杆质谱仪，测试了葡萄酒中 3-MPD 的灵敏度，线性、回收率和重复性数据，证明 ISQ7610 在选择性、灵敏度、稳健性方面表现良好，适合葡萄酒中痕量 3-MPD 的检测。

### 配置建议及优势：

仪器配置	TRACE 1610 GC 带分流/不分流进样口 ISQ7610 四极杆质谱仪 TriPlus RSH Smart 自动进样器
耗材配置	TG-WaxMS, 60m×0.25mm×0.25m PN: 26088-1540
方案优势	1. 采用无水乙醚直接萃取葡萄酒，并以 D8- 丁烷-1,4- 二醇作为提取内标，ISQ7610 GC-MS 检测葡萄酒乙醚提取液中痕量 3-MPD，用基质提取标准曲线定量。方法定量限为 0.061mg/L (葡萄酒中 3-MPD 浓度)，基质提取曲线在 0.061~2.44mg/L 范围内线性良好，相关系数 R2 为 0.9970，在 LOQ、2 倍 LOQ 和 20 倍 LOQ 的加标浓度下，回收率为 100%~110%，精密度为 1%~6% 2. 本方法准确度好、重现性好、灵敏度高，适用于葡萄酒外源性甘油掺假的鉴定

### 参考谱图（数据）：

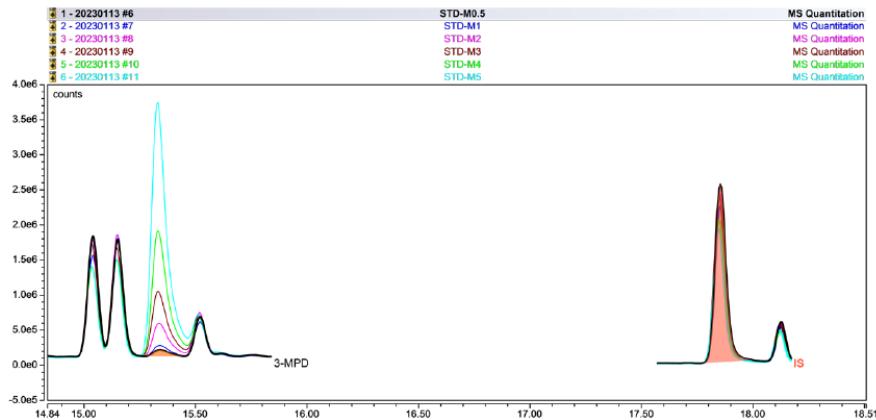


图 1. 基质提取曲线的提取离子叠加图

### 参考资料：

[1] AN\_24035\_GCMS : 采用 GC-MS 测定痕量 3-MPD 以鉴别葡萄酒掺假

## 赛默飞世尔科技

---

### 上海

上海市浦东新区新金桥路27号3,6,7号楼  
邮编 201206  
电话 021-68654588\*2570

### 北京

北京市东城区北三环东路36号环球贸易中心C座7层/8层  
邮编 100000  
电话 010-87946888

### 广州

广州国际生物岛寰宇三路36、38号合景星辉广场北塔204-206单元  
邮编 510000  
电话 020-82401600

### 成都

成都市临江西路1号锦江国际大厦1406 室  
邮编 610041  
电话 028-65545388\*5300

### 沈阳

沈阳市沈河区惠工街10号卓越大厦3109 室  
邮编 110013  
电话 024-31096388\*3901

### 西安

西安市高新区科技路38号林凯国际大厦  
1006-08单元  
邮编 710075  
电话 029-84500588\*3801

### 南京

南京市中央路201号南京国际广场南楼1103室  
邮编 210000  
电话 021-68654588\*2901

### 武汉

武汉市东湖高新技术开发区高新大道生物园路  
生物医药园C8栋5楼  
邮编 430075  
电话 027-59744988\*5401

### 昆明

云南省昆明市五华区三市街6号柏联广场写字  
楼908单元  
邮编 650021  
电话 0871-63118338\*7001

---

欲了解更多信息, 请扫描二维码关注我们的微信公众账号



热线 800 810 5118  
电话 400 650 5118  
[www.thermofisher.com](http://www.thermofisher.com)

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

赛默飞世尔科技在全国有共21个办事处。本资料中的信息, 说明和技术指标如有变更, 恕不另行通知。