



质量控制
安全保障
科学研究

Thermo Scientific 色谱、质谱及痕量元素分析 食品分析“三位一体”综合解决方案

ThermoFisher
SCIENTIFIC

一网打尽食品分析需求……

食品安全 范畴涉及的对农兽残，重金属元素的分析是我们对食品的最基本的要求。同时，我们也需要对食品质量进行更好地控制，杜绝食品添加剂的超限量和超范围内使用，确保营养成分的合理添加。在此之上，由于经济利益的驱动，全球范围内的食品掺假，以次充好等问题也层出不穷。对食品科学的研究可以助力于食品掺假分析、食品溯源分析、食品种类鉴别，去伪存真，还原食品真实的模样。



赛默飞为食品安全提供全流程的解决方案，但不仅仅是食品安全。我们为您一网打尽从食品**质量控制**，到食品**安全保障**，再到食品**科学研究**的“三位一体”整体解决方案。

性能卓越的仪器 + 快速优质的服务，赛默飞为您在食品生产、检测和研发等各个环节保驾护航。

赛默飞食品分析“三位一体”解决方案



目 录

- 样品前处理 2
- 自动化进样 3
- 样品分析 4-14
- 数据管理和分析报告 15

全流程解决方案

赛默飞全流程解决方案覆盖从样品前处理到检测分析到报告出具的全过程。

基于“立足标准，前瞻创新”的理念，既充分满足法规要求，同时也可高于严于法规，更准确的助力食品风险预警和科学研究。

样品前处理

从手动、半自动到全自动，为您提供更简单、更高效、更准确的多样化样品前处理方案。

样品分析

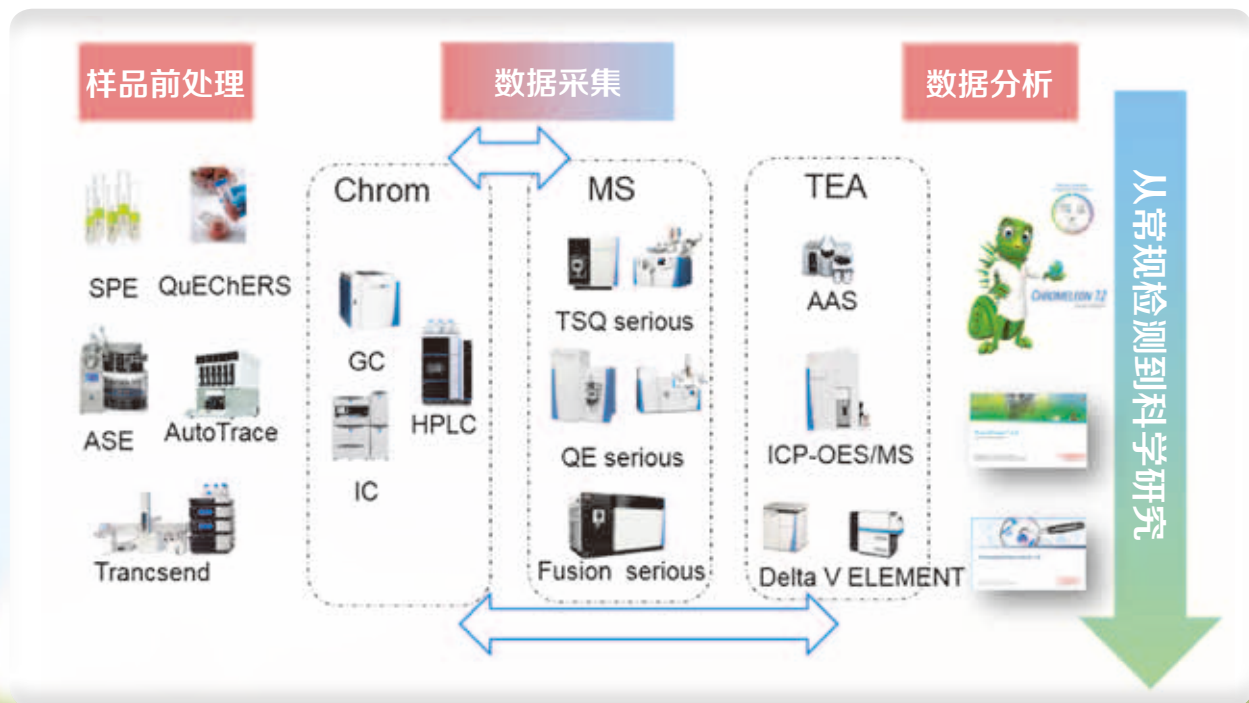
从GC、HPLC到IC，满足不同极性化合物的分析需求。

从三重四极杆质谱仪到高分辨质谱仪，应对从常规检测到科学研究不同挑战。

从有机分析到无机分析，提供实验室一站式方案。

数据管理

智能、易用的软件极大地帮助客户提高数据处理的效率和准确性。享受智能实验室的便捷。



样品制备、耗材

高效、自动化的样品制备设备及耐用、稳定的耗材可提高生产率



ASE 加速溶剂萃取仪

- Thermo Scientific™ Dionex™ ASE™加速溶剂萃取仪可以从固体和半固体食品基质中自动高效地萃取待测成分



固相萃取柱

- Thermo Scientific™ SPE 固相萃取柱可以有效净化各类食品中的待测组分。
- Thermo Scientific™ QuEChERS固相分散萃取可以简便有效制备食品基质中的农药残留样品。



GC 系列色谱柱及耗材

- Thermo Scientific™ TraceGOLD™系列、TRACE™系列和 TracePLOT™系列气相色谱柱具备高度温度稳定性和低流失性，确保实验良好重现。



HPLC 和 IC 系列色谱柱

- Thermo Scientific™ AccuCore™系列、Hypersil GOLD™系列、Synchronis™系列、Acclaim™系列、Hypercarb™系列液相色谱柱以及适用于各种淋洗液的 Dionex IonPac™ 系列离子色谱柱，可以全方位满足您面临的挑战性的食品分析要求。

自动化进样

为您的快速、高通量分析雪中送炭

- 功能强大的样品处理平台，能提供液体进样、固相微萃取（SPME）、自动化衍生等多种进样解决方案，可自动化并加速农药残留、风味物质等测定，从而增加样品周转，降低单次分析成本。



TriPlus RSH™多功能
样品处理平台

- 功能强大的样品处理平台，能提供食品中的环境污染物如卤代烃等残留分析的多种进样解决方案，从而增加样品周转，降低单次分析成本。



TriPlus 300
顶空自动进样器

- 适用于 Vanquish UHPLC 系统的 Charger 智能样品加载器将高端的 UHPLC 带入了新的发展水平，使您在提高分离度的同时，还可以增加载样量，实现高通量检测，并且借助 Chromeleon CDS 轻松地追踪样品、处理结果。



Vanquish Charger
智能样品加载器

- 双三元液相系统兼容全自动样品前处理功能与液相色谱功能于一体，复杂基质样品可直接或经简单处理后直接进样分析，也可与质谱联用。该功能有效减少基质效应；也允许大体积进样以便于对目标组分进行富集，提高方法灵敏度，减少人为操作，提高自动化效率。



Ultimate 3000
双三元液相色谱系统

样品分析：营养成分

食品中的营养物质通常包括蛋白质、糖、维生素、矿物质、氨基酸、核苷酸、胆碱、脂肪酸等。快速、准确、灵敏地检测食品中的各类营养成分是提高食品质量的重要手段。如果说覆盖 HPLC、GC、IC 等检测各类营养成分的方案是赛默飞满足客户的基本需求，那么根据客户的特殊需求而设计高效、实用的解决方案则是赛默飞的独特之处。

1 婴儿配方奶粉中维生素 A、D、E 同时测定

奶粉中脂溶性维生素 A、D、E，特别是婴幼儿配方奶粉中微量维生素 D（D2 和 D3）的测定由于样品基质复杂，干扰大，造成样品前处理繁琐，检测困难；而使用赛默飞双三元 HPLC 系统二维色谱解决方案，很好地解决了上述问题。

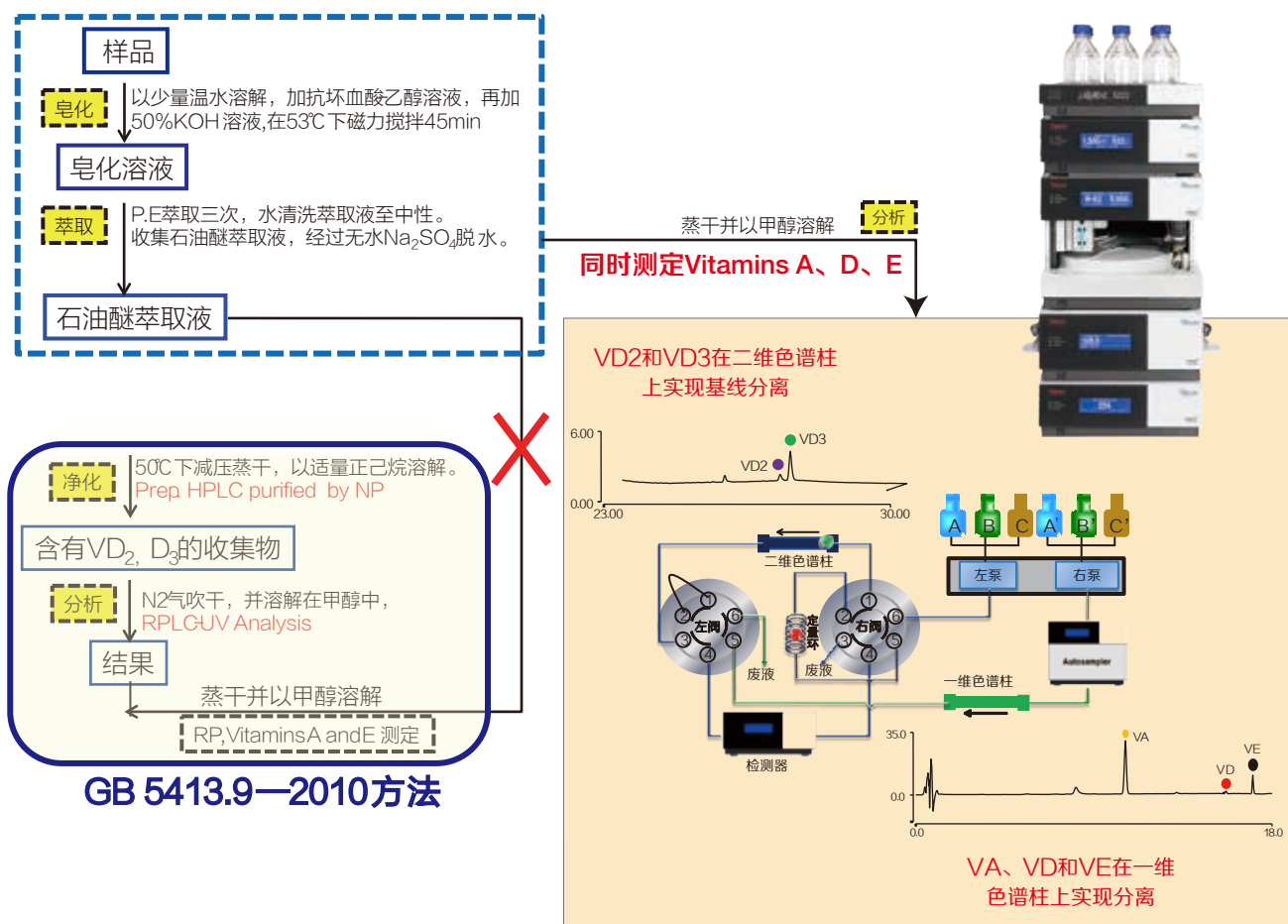


图 1. 赛默飞双三元 - 二维色谱解决方案与国标方法对比



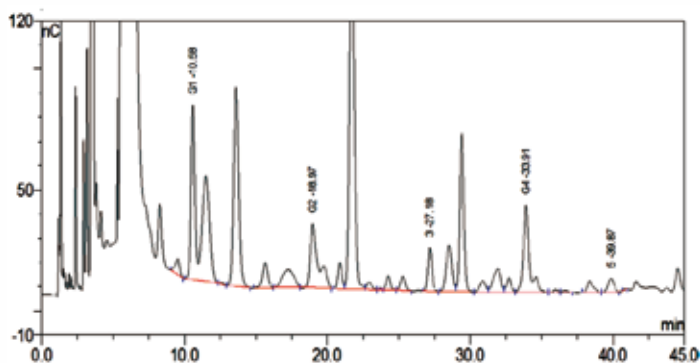
2 IC-ED 测定乳粉中低聚半乳糖

低聚半乳糖已经被批准可用于婴幼儿食品、乳制品、饮料、焙烤食品、糖果。检测方法有示差折光、蒸发光散射、电喷雾、衍生还原胺-荧光等，但存在着选择性差、灵敏度低、与色谱梯度淋洗不兼容、线性范围窄等缺陷。Thermo Scientific™ Dionex™ ICS-5000⁺ HIPC-电化学检测器（ED）检测，有效克服上述各类检测方法的缺陷。



高压离子色谱系统

- 高压离子色谱，提高分析效率
- 双系统配置，可同时兼容电导和电化学检测器
- 电化学检测特有四电位波型技术，电极清洗彻底，重现性好，电极寿命长
- 变色龙软件控制，操作简便



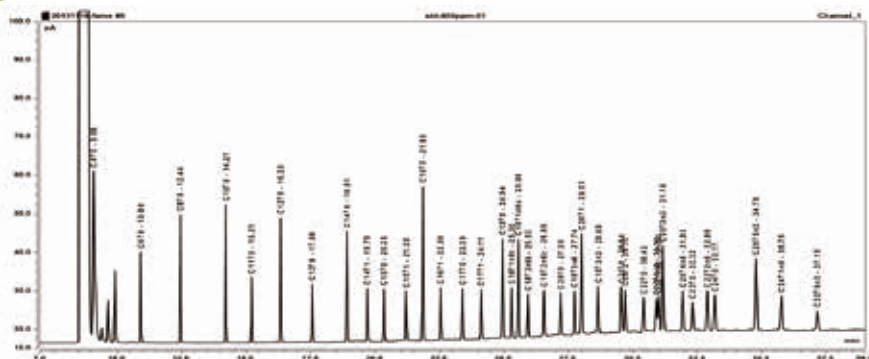
- 有效梯度分离，测量灵敏度高达 pmol 水平
- 直接检测，无需衍生
- 选择性好，仅对羟基化合物有响应
- IC-ED 法被美国分析化学家协会（AOAC）等国际组织广泛认可，同时符合国家标准要求

3 自动衍生 GC-FID 测定婴幼儿食品和奶粉中的脂肪酸

Thermo Scientific™ TRACE™ 1310 系列 GC 气相色谱特点是用于仪器控制和状态监控的全触摸屏；即时连接进样器和检测器的模块化设计，允许在数分钟内重置 GC 和便捷维护，减少仪器停机时间。



气相色谱系统



- 仪器检测灵敏度高
- 37种脂肪酸甲酯完全分离
- Triplus RSH 自动完成脂肪酸衍生前处理，只需称取适量样品，摆放在 RSH 平台上，自动完成脂肪酸衍生的前处理，每个样品人工干预时间只需 2 min；而 GB 5009.168-2016 步骤繁琐，每个样品前处理时间近 4 h。

样品分析：农药残留和兽药残留

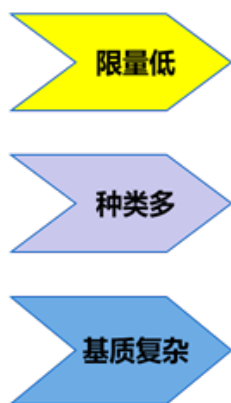
全球范围内对农兽药残留的限制愈来愈严格，许多国家和地区相关政策法规甚至达到了苛刻的程度，对农兽残检测和筛选提出了准确、快速和高通量的要求；另一方面，使用农药种类剧增造成未知风险骤增；独具特色的赛默飞全面解决方案，涵盖高效液相色谱、气相色谱、单四极杆质谱、三重四极杆质谱和高分辨质谱完整工作流程，并结合高效率的数据处理软件，为农兽药残留检测提供行之有效的方法。

1 检测技术的选择

对于非极性、弱极性以及热稳定农药如有机氯和菊酯类等，其残留常用气相色谱 - 质谱分析；对于极性、水溶性以及热不稳定农药如除草剂、杀菌剂以及大部分的兽药，其残留常用液相色谱 - 质谱分析；而对于强极性、离子型农药（如百草枯、草甘膦）和兽药残留，可采用离子色谱与质谱联用技术分析。

2 解决农残、兽残分析难题的技术要求

农、兽残留分析技术难题



对分析技术的“4S”要求



3 农残、兽残分析方法包

推荐样品
前处理方法

建议硬件、
软件及耗材

数据库及
仪器方法

完整的快速
方法指南

- 基于三重四极杆质谱平台的定量方法包 QUAN（涵盖近1000种农/兽药）
- 基于高分辨 Q Exactive 系列质谱平台的快速农残筛查方法包 pQSM 和兽药筛查方法包 vQSM（涵盖超过 1000 种农/兽药）



1 基于三重四极杆质谱的高通量 **定量分析**

- 专利的 NeverVent™ 技术将仪器工作效率 提升至前所未有的水平。质谱仪 无需卸真空，就可以进行如清洁离子源和更换色谱柱等日常维护操作。
- 采用新型 AEI 离子源获得业界领先的灵敏度和稳定性，可达到高的离子化 效率和更有效地聚焦离子束。
- 全新、便捷的 SmartTune 调谐工具轻松维持仪器更长时间的稳定性和灵敏性
- 使用 AutoSIM 和 Time-SIM (t-SIM) 工具加速并促进方法开发。



三重四极杆气质联用仪

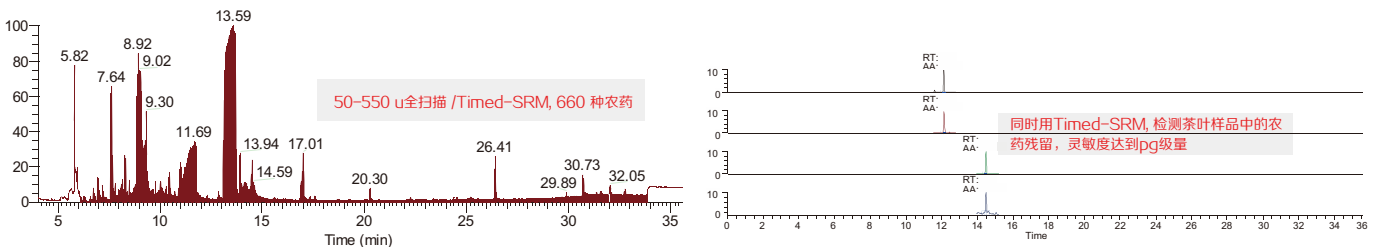


图 2. 一针进样同时分析茶叶中 660 种农残



三重四极杆液质联用仪

- 使用赛默飞专利的共轭双曲面四极杆质量分析器，独有高选择性的SRM 模式
- 采用分段式四极杆检测出超低含量的污染物
- 采用OptaMax NG离子源和中性粒子挡杆，确保每天分析更多的样本， 并将维护需求降至最低
- 提供 QUAN 定量分析方法包，实现从样品前处理到实验结果打印的一站 式解决

方法具有优异的重现性和灵敏度

Compound	LOD (ppt)	% RSD	LOQ (ppt)	% RSD
Albendazole (阿苯达唑)	2.47	12.64	12.34	4.11
Oxfendazole (奥芬达唑)	2.44	10.86	12.20	6.89
Sulfamethazine (磺胺二甲嘧啶)	12.62	10.62	25.24	10.21
Sulfaquinoxaline (磺胺喹恶啉)	5.98	7.29	11.97	2.47
Thiabendazole (噻菌灵)	24.19	3.48	48.37	1.65
Tilmicosin (替米考星)	121.79	1.05	243.57	2.16
Tylosin (泰乐菌素)	11.87	12.79	23.74	10.75

样品分析：农药残留和兽药残留

2 基于 Orbitrap™ 高分辨质谱的大规模 **筛查和定量**

Thermo Scientific™ GC Orbitrap™ 按照 SANTE/11945/2015 指导文件，在全扫描模式下，针对果蔬中 GC 可测农药的常规分析：

- 在 0.5-500 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ 的浓度范围内，使用基质匹配标准品进行定量线性评估。在所有情况下，在三种基质中，从检出限到 500 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ，每种农药的相关系数 (R^2) 均 > 0.99 。
- 三种基质中重复进样 10 次（浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ），所检测到的农药的 %RSD 小于 10%，远低于 SANTE 指导文件所规定阈值（20%）。



三重四极杆气质联用仪

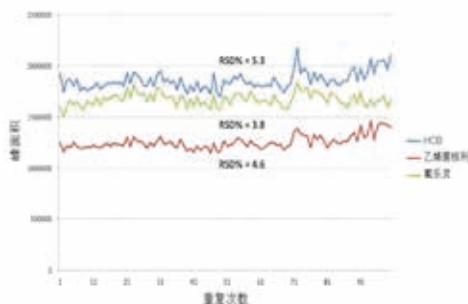


图3. 添加浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的西红柿提取物的 100 次重复进样。结果表明，在 66 小时的连续运行中均保持良好的灵敏度。

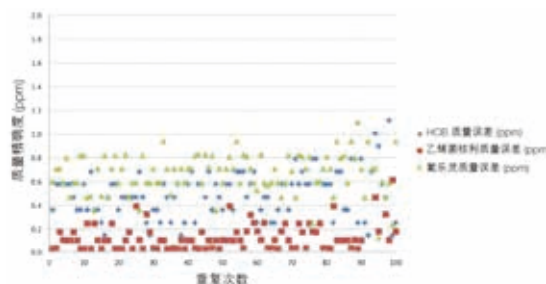
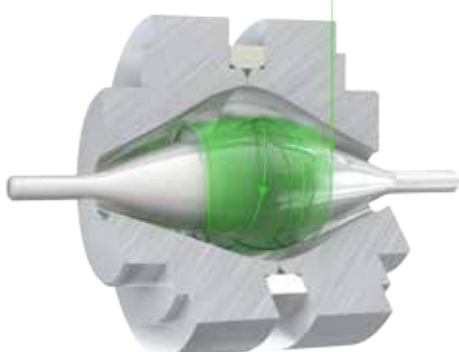


图4. 浓度为 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 的西红柿提取物中六氯苯、乙烯核利和氟乐灵 100 次进样的质量精确度 (ppm)。在使用同一衬管且不进行校正质谱仪或调谐离子源时获得的数据。

3 我们能用 Orbitrap™ 干什么 —— 能够实现仅用一台质谱仪就能 **鉴定、定量和确证**



超高分辨率静电场轨道阱质谱

Thermo Scientific™ Q Exactive 系列超高分辨质谱，拥有超高分辨率和质量精度的 Orbitrap 检测技术，在食品农产品分析中，提供优异性和高分辨定量能力。

- 基于高分辨质谱技术的农残、兽残、生物毒素残留等多种有机污染物的定性筛查和定量，进行预警检测
- 拥有媲美高端三重四极杆的定量能力，与三重四极杆技术相互补充、相互验证
- 食品组学



样品分析：真菌毒素

真菌毒素是真菌产生的次生代谢产物，主要包括黄曲霉毒素、镰刀菌毒素等，全球每年有 25% 的涵盖玉米、小麦、大麦、花生、干果、水果、牛奶等农产品受到真菌毒素污染。目前国家标准中对于真菌毒素的分析，主要有 HPLC-FLD 和 HPLC-QqQ 等方法。赛默飞均能提供对应的解决方案。

1 液相色谱光化学衍生测定实例

使用仪器：Thermo Scientific™ Ultimate 3000SD系统，泵：LGP-3400SD，自动进样器，柱温箱，柱后光化学衍生器，荧光检测器。

色谱柱：Thermo Scientific™ Synchronis™ C18色谱柱（150 × 4.6 mm，5 μm）

参照国标GB 5009.22-2016 中第三法，液相色谱-柱后衍生，测定谷物中的黄曲霉毒素。

测试结果：

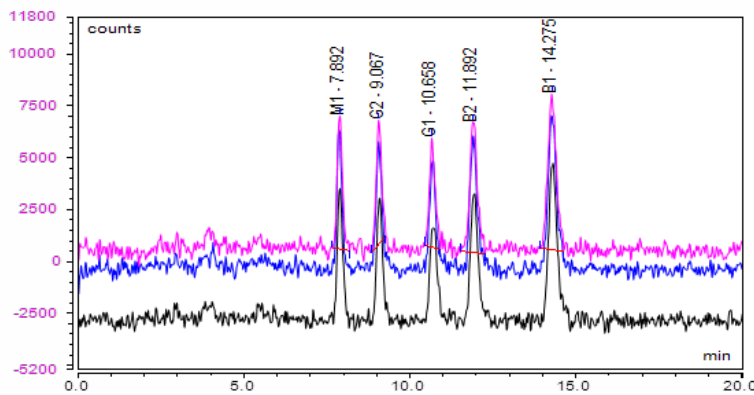


图 5 黄曲霉毒素 B1 B2 M1 G1 G2 定量限检测重复性



双三元液相色谱系统

黄曲霉毒素	浓度(μg /L)	RSD%(n=3)
M1	0.125	0.5
G2	0.03	3.0
G1	0.075	3.5
B2	0.0225	3.8
B1	0.075	4.5

* 赛默飞液相色谱为食品分析工作者提供从无需衍生、柱前衍生到柱后衍生全方位的黄曲霉毒素检测方案，双三元液相色谱兼容分析与衍生双重功能，极大提高前处理和分析效率，也充分节省了实验室空间。

样品分析：真菌毒素



2 液相色谱三重四极杆质谱联用法测定实例

使用仪器：Thermo Scientific™ Vanquish液相系统，Thermo Scientific™ TSQ Quantis三重四极杆质谱系统。

色谱柱：Accucore 色谱柱 C18 (100 x 2.1 mm , 2.6 μm)



三重四极杆液质联用系统

测试结果：

	LOD/LOQ		
	Solvent [ug/kg]	Wheat [ug/kg]	Maize [ug/kg]
Nivalenol	10/20	200/400	200/400
Deoxynivalenol	10/20	10/20	10/20
Deoxynivalenol-3-glucoside	5/10	20/100	100/200
Fusarenol X	15/20	20/100	20/100
3-Acetyl-deoxynivalenol	15/20	15/20	10/20
15-Acetyl-deoxynivalenol	15/20	20/100	20/100
Aflatoxin B ₁	0.04/0.2	0.1/0.4	0.2/0.4
Aflatoxin B ₂	0.09/0.3	0.6/0.6	0.3/0.6
Aflatoxin G ₁	0.1/0.2	0.2/0.4	0.4/1
Aflatoxin G ₂	0.6/0.9	0.9/1.2	1.2/6
Ochratoxin A	1/1.5	0.5/1	0.5/1
Zearalenone	1/2	1/1.5	1/1.5
Sterigmatocystin	0.2/0.5	Blank contam.	0.15/0.5
Fumonisin B ₁	1.5/5	2/5	Blank contam.
Fumonisin B ₂	1.5/5	1/1.5	Blank contam.
HT-2 toxin	0.5/1	1/1.5	0.5/1
T-2 toxin	0.5/1	0.5/1	0.5/1

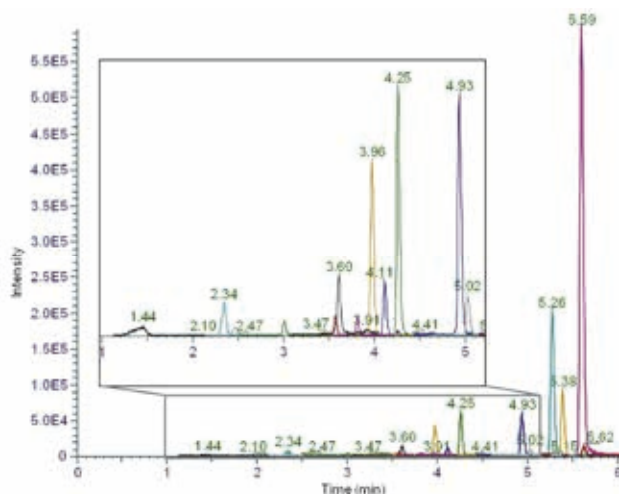


图 6. 小麦基质中提取离子流图

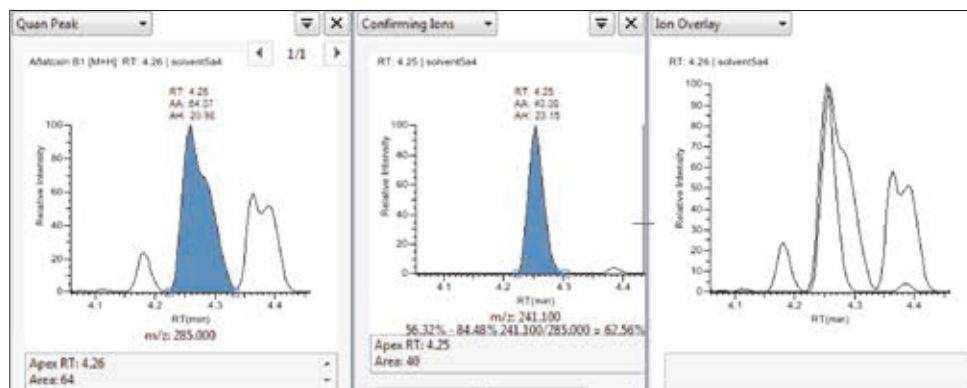


图 7. Aflatoxin B1 LOD(0.04 μg/kg) 对应谱图

该方法适用于谷物和谷类食品中17种真菌毒素的分析。此方法简单快速，LOD/LOQ及线性范围均可满足法规要求。



样品分析：重金属及矿物质元素

食品中重金属和矿物质元素与人体健康息息相关，赛默飞提供完整的 AAS、ICP-OES、ICP-MS 及高分辨 ICPMS 等元素分析解决方案。元素如砷和铬等对人体毒性危害通常取决于其存在价态或形态。例如，无机砷对健康的危害较大，而有机砷的毒性却非常小。靠单纯的光谱分析技术是无法有效确定其价态和形态。赛默飞独具特色的液相 / 离子色谱与 ICP-MS 联用技术，完全有效分离食品中元素不同价态、形态，为消费者提供切实有效的食品安全保障！

1 联用技术应用于元素形态、价态分析



IC-ICP-MS联用系统

- iCAP RQ ICP-MS 具有双四极杆结构，轻松进行灵敏、快速、高通量和多元的同时检测。优异的性能参数和基体耐受性；多种干扰去除手段确保检测灵敏度；操作方便
- Dionex ICS 5000+ HPIC 高压离子色谱系统，提高分析效率，利用大容量色谱柱，实现优异的分

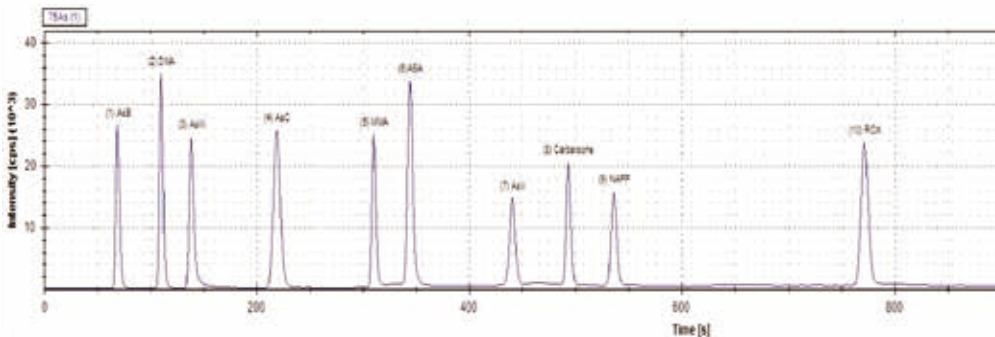


图 8. 食品中 10 种砷形态分析

IC 与 ICP-MS 联用，轻松解决元素形态、价态分析时常遇到的难题：

- 离子色谱没有好的元素检测器
- 普通液相色谱流路中金属泄露造成的干扰

2 婴儿配方奶粉中的重金属及矿物质元素分析

ICP-MS 分析奶粉难点：高含量的 K、Na、Ca、Mg 等主量元素和低含量的 Pb、Hg、Tl 痕量元素同时分析，干扰较大。

使用 KED 模式分析全部元素，高分辨率模式分析主量元素 K、Na、Ca、Mg，有效消除干扰，准确度良好。

元素 ppm	Co	Cs	Cu	Fe	Mn	Cr	Pb	As	Se	Sr	Zn
参考值	0.03	0.034	0.51	7.8	0.51	0.39	0.07	0.031	0.11	5.3	34
不确定度	0.007	0.005	0.13	1.3	0.17	0.04	0.02	0.007	0.03	0.6	2
测定值	0.04	0.029	0.504	8.9	0.503	0.41	0.08	0.032	0.117	4.9	32.4
检出限	0.004	0.003	0.01	0.09	0.008	0.003	0.002	0.003	0.008	0.001	0.05

样品分析：掺假、溯源、鉴别

近年来，食品假冒和掺假屡见报道，但普通消费者很难辨别产品的真伪。而通过实施食品溯源，可以杜绝假冒伪劣产品，保障消费者利益。赛默飞基于质谱技术的食品组学工作流程，可为您辨真伪、溯来源，控质量，保障食品真实性。



Delta V Advantage
同位素质谱仪



Q Exactive 系列
高分辨质谱仪

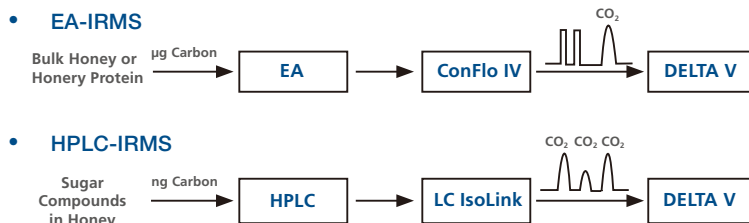


Fusion 系列
三合一高分辨质量仪

1 蜂蜜掺假的鉴定



植物光合作用中 C3 和 C4 两种代谢途径的产物的 $\delta^{13}\text{C}$ 值有较大的差异。利用这个差异，通过EA-IRMS测定蜂蜜的 $\delta^{13}\text{C}$ 值能够鉴别蜂蜜（主要含 C3 植物糖）中是否掺入了 C4 植物糖浆（如玉米糖浆）。但是这种方法只能判定掺入较高含量 C4 植物糖浆的蜂蜜，对于更低含量的掺假以及最近出的掺入 C3 植物糖浆（如大米糖浆、甜菜糖浆）的掺假判定存在缺陷。通过元素分析-同位素质谱法EA-IRMS，结合液相色谱-同位素质谱法 LC-IRMS 可以分离蜂蜜中的糖份，判定蜂蜜 C3 糖掺假。



2 红酒溯源



不同产区红酒的风味和价值不经相同，基于Thermo Scientific™ Orbitrap™高分辨质谱技术结合组学分析软件Compound Discoverer 2.0可以对不同产品的红酒进行区分，并对智能鉴定各个产品红酒的标记物。利用该分析流程，可以推广到食品组学研究领域更广范围的品种鉴别、产地溯源、质量控制等各个研究方向。

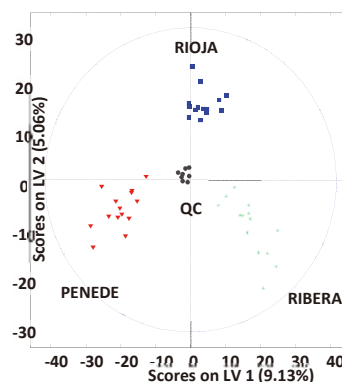


图 9. 不同产区红酒样品 PCA 分析图

3

威士忌酒鉴别分析

通过Thermo Scientific™ GC-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。并通过一个完整的非定靶化学计量工作流程，进行威士忌酒中化学成分的检测和鉴定的方法和效果进行评估。

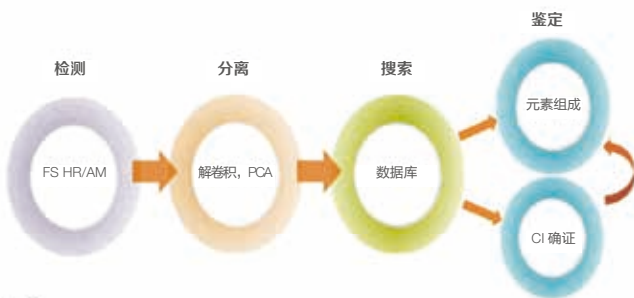


图 10. 用 Q Exactive GC 系统进行化学轮廓描绘和标志物鉴定的工作流程

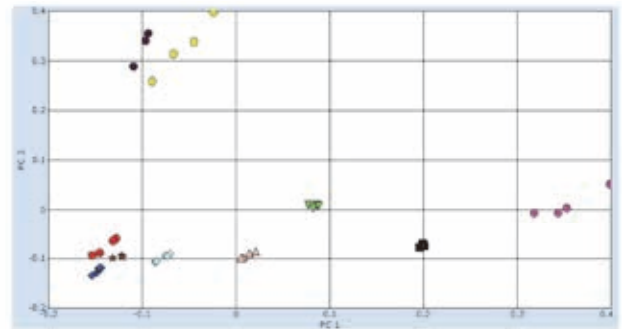


图 11 不同类型威士忌酒样品 PCA 分析图

4

肉类掺假分析

自从 2013 年欧盟“马肉风波”之后，中国肉类掺假的现象也屡见报道，进一步加深了人们对肉类真实性的担忧。这种非标明的添加，极大的扰乱的市场次序，影响相关宗教人士、特殊风俗与部分肉类禁食人士的情感与健康，也带来了潜在致病性和疾病控制的难题。随着生物质谱技术的成熟，大规模的定性和定量研究蛋白表达谱的技术已经很成熟。因此，利用质谱技术寻找不同肉类样品特征性蛋白或者多肽，并进行定量，能够避免现在常用的PCR 技术和 ELISA 所面临的种种问题，其优点包括：不受食品加工的过程影响，因为氨基酸序列比核酸序列在加工过程中更容易保存；同时实现定性与定量，避免假阳性且定量结果更加准确可靠；能够同时监测多种添假。

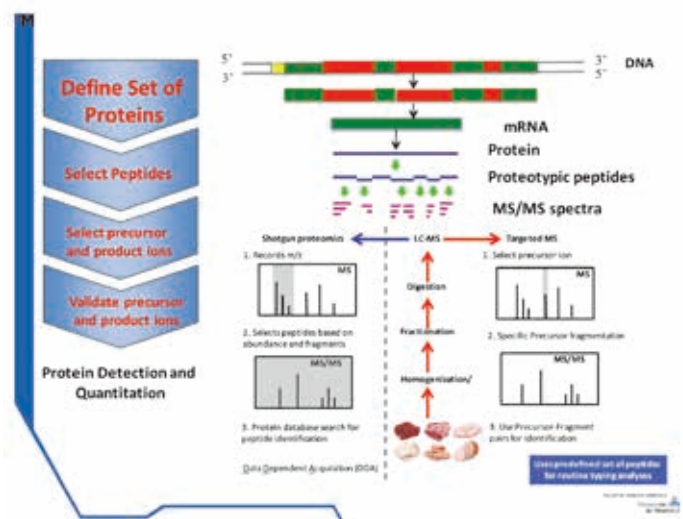


图 12 肉类掺假分析流程图

数据管理和分析报告

卓越的软件帮助您的实验室掌控食品安全的未来

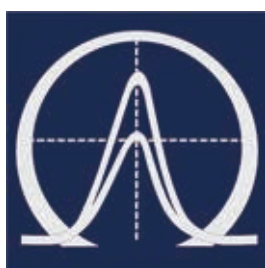
要保证食品企业的良好运行，不仅需要实验室里优良的实验设备，还要考虑如何将这从原料入厂到成品出厂过程中的质控手段如何有效地管理起来，做到合规、高效。赛默飞为您的实验室打造完善、高效的实验室数据管理系统，全面提高您的实验室的合规能力和生产效率。



Chromeleon CDS Software

Chromeleon™统一了色谱和常规定量质谱分析工作流程，全面集成了各品牌色谱仪器以及赛默飞的色谱质谱联用仪器的控制，实现了在一个软件中快速便捷地处理、报告和管理色谱与质谱数据。

提供实现合规功能的色谱数据系统 CDS是数据可靠性领域的至关重要的合作伙伴，Chromeleon企业版色谱数据系统基于网络化技术，具备完善的合规工具，从而达到最高级别的数据可靠性和数据安全性。全面符合FDA 21 CFR Part 11法规以及WHO和FDA提出的ALCOA+原则，确保实验数据在数据生命周期中始终完整、一致、准确和可追溯。



TraceFinder™
The Power to Know
TraceFinder™软件

我们的Thermo Scientific™ TraceFinder™ 软件是一款易于使用、工作流程驱动的软件，适合使用GC-MS 和LC-MS 进行定量、目标及非目标分析的实验室。TraceFinder 软件通过增加强大的方法开发、简化数据采集、综合数据审查及全面的报告功能（包括客户报告选项）来提高生产率。



Compound Discoverer™
软件

使用 Thermo Scientific™ Compound Discoverer™ 小分子鉴别软件简化和自定义数据分析。Compound Discoverer 使研究人员能够有策略地收集、组织、存储和报告数据，适用于靶向和非靶向的高分辨率分析。该软件能够自定义工作流程，将从多个样品收集的数据合并到一份报告中，并集成化合物鉴别功能，因此可以简化数据处理。Compound Discoverer 还提供了一整套工具用于新陈代谢、未知代谢组学、杂质和降解产物、萃取物和浸出物、环境和食品安全研究以及法医毒理学。



赛默飞
官方微信



赛默飞色谱
与质谱中国

热线 800 810 5118
电话 400 650 5118
www.thermofisher.com

ThermoFisher
SCIENTIFIC