



食品安全  
从这里起步

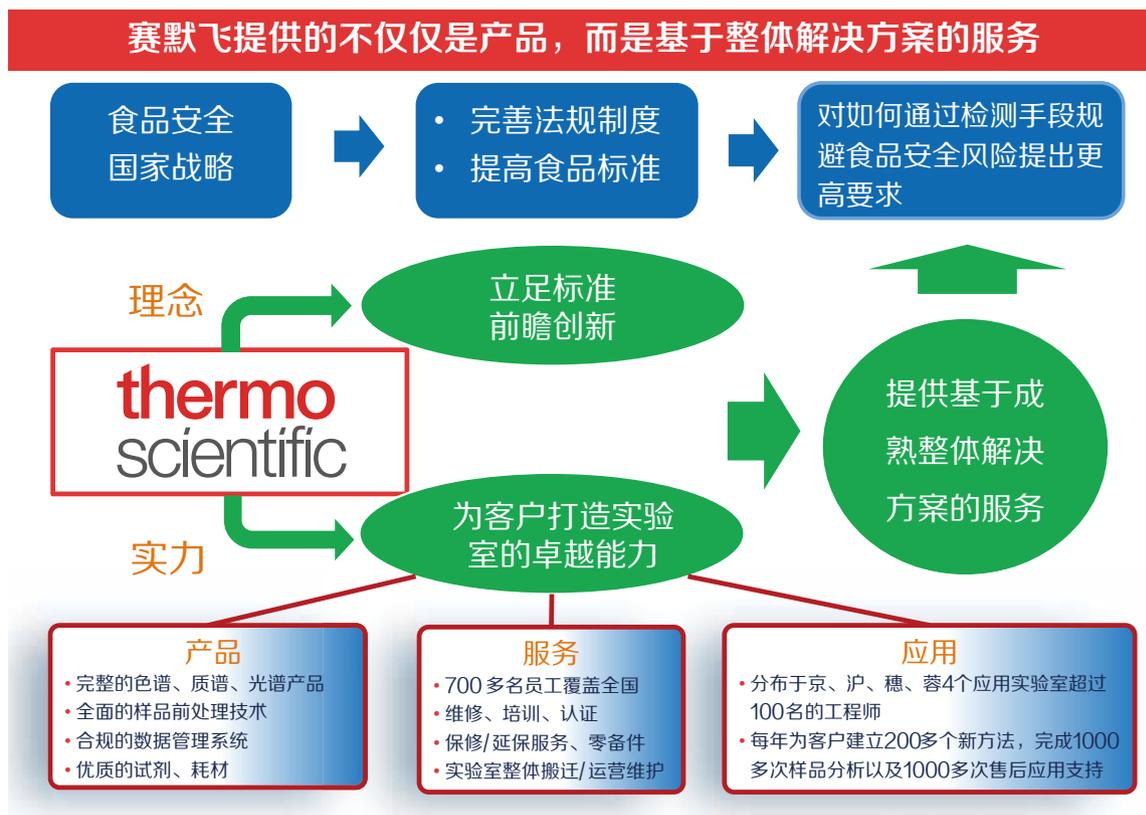
Thermo Scientific 色谱、质谱及痕量元素分析  
食品安全综合解决方案

**禹重科技<sup>®</sup> ÜZONGLAB**  
成分分析仪器|表面测试仪器|样品前处理仪器

**ThermoFisher**  
SCIENTIFIC

# 食品安全从这里起步……

法规制度的完善、食品标准的提高、食品源头治理的强化，对如何通过检测手段规避从农田到餐桌的食品安全风险，提出了更高的要求。赛默飞世尔科技拥有知识丰富的员工、创新的产品及全面的解决方案，基于“立足标准，前瞻创新”的理念，让高品质食品。食品安全从这里起步！



## 目录

- 工作流程 ..... 2
- 样品制备、耗材 ..... 3
- 自动化进样设备 ..... 4
- 样品分析 ..... 5-15
- 数据管理和分析报告 ..... 16

# 工作流程

## 样品制备

简化、加速、自动化样品制备，提高生产率，降低样品成本。

## 样品分析

采用行业领先品牌和创新，如 Orbitrap™、Vanquish™、Dionex™ 和液体、气体、元素、自动分光光度法、质谱解决方案，快速分离和检测样品中的复杂分析混合物。

## 数据管理

通过软件方案（包括企业级产品和软件）进行数据管理，以最大限度地发挥仪器的功能和效率。

### 采用 LC-MS 的农药分析 工作流程示例



# 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™ 150 和 350 加速溶剂萃取仪
- 高效率地从固体和半固体食品基质中自动化萃取待测组分。



固相萃取柱

- Thermo Scientific SolEx™ 系列和 HyperSep 系列 SPE 固相萃取柱有效提取各类食品中的待测组分。
- QuEChERS- SPE 固相分散萃取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 提供具备高度温度稳定性、低流失、和长寿命的、从通用非极性到极性的 TraceGOLD™ 系列、TRACE™ 系列和 TracePLOT™ 系列气相色谱柱，均具备出色的质量和性能，同时确保重现性。



HPLC 和 IC 系列色谱柱

- Thermo Scientific 提供 Accucore、Hypersil GOLD、Synchronis、Acclaim、Hypercarb 等近10个系列的液相色谱柱，以及适用于各种淋洗液的 Dionex IonPac™ 系列离子色谱柱，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

- 这是一款功能强大的样品处理平台，能提供液体进样、顶空进样等多种进样解决方案，可自动化并加速您的挥发性农药残留的测定，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

- 这是一款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 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，实现最高的通量，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

- 食品中的农药残留分析需要将被测化合物无缝加入 GC-MS 系统。具有强大兼容性的赛默飞适用于 GC 和 GC-MS 的吹扫捕集配置可与众生产厂家的产品配套使用。



吹扫捕集系统

# 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最为行之有效的方法。

## 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

限量低

种类多

基质复杂

### 对分析技术的“4S”要求

灵敏度 Sensitivity

特异性 Specificity

分析速度 Speed

稳定性 Stability

## 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

- 基于三重四极杆平台农药残留 pQuan 方法包（涵盖 450 种农药）
- 基于高分辨 Q Exactive 的快速筛查 pQSM 方法包（可用于食品基质中 680 种农药和 330 种兽药的筛查与确证）

# 样品分析: 农药残留和兽药残留

## 1 气质联用系统用于多农残 **筛查**

- 使用 EvoCell 技术, 具备更高的灵敏度和分析速度
- 同时采集 Full scan / Timed-SRM- 同时定性定量模式, 实现一次进样分析所有化合物
- 仪器检测灵敏度高, 达到 pg 水平
- 提供方法包, 实现从样品前处理到实验结果打印的一站式解决



图 1. TSQ 8000 Evo 气质联用系统

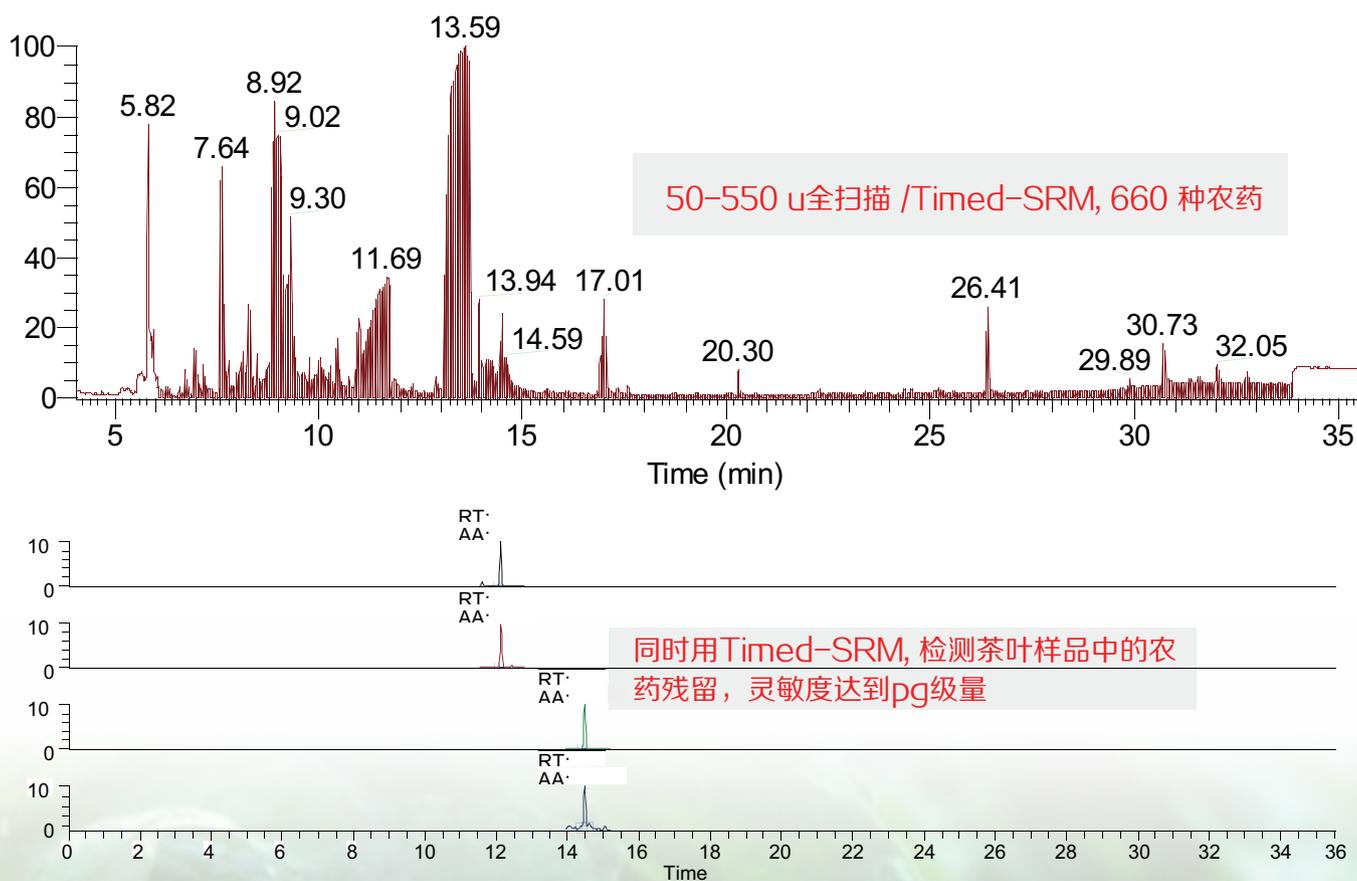


图 2. 一针进样同时分析茶叶中 660 种农残

# 样品分析：农药残留和兽药残留

## 2 液质联用系统用于食品中兽药 **筛查**

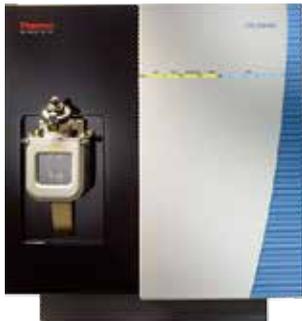


图 3. TSQ 系列三重四极杆液质联用系统

- 使用赛默飞专利独有的严格的共轭双曲面四极杆质量分析器，独有高分辨率的 SRM 模式。
- 同类产品中最优的灵敏度与速度，TSQ Quantiva 具有阿克级的灵敏度
- 前所未有的易用性和稳健性
- 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

## 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**



图 4. Q Exactive 系列超高分辨液质联用系统

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，提供优异定性和超高分辨定量能力。

- 基于超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: 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



图 1. ICS 5000+ 离子色谱与 iCAP RQ 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

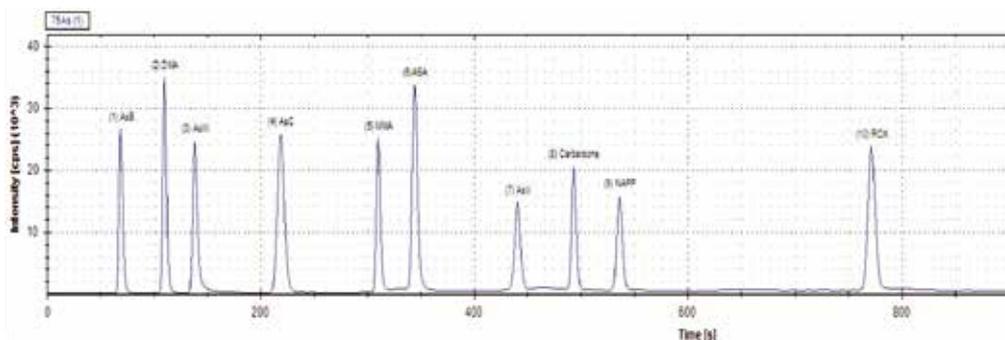


图 2. 食品中 10 种砷形态分析

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：

- 色谱没有好的检测器
- 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、Ti 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：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。

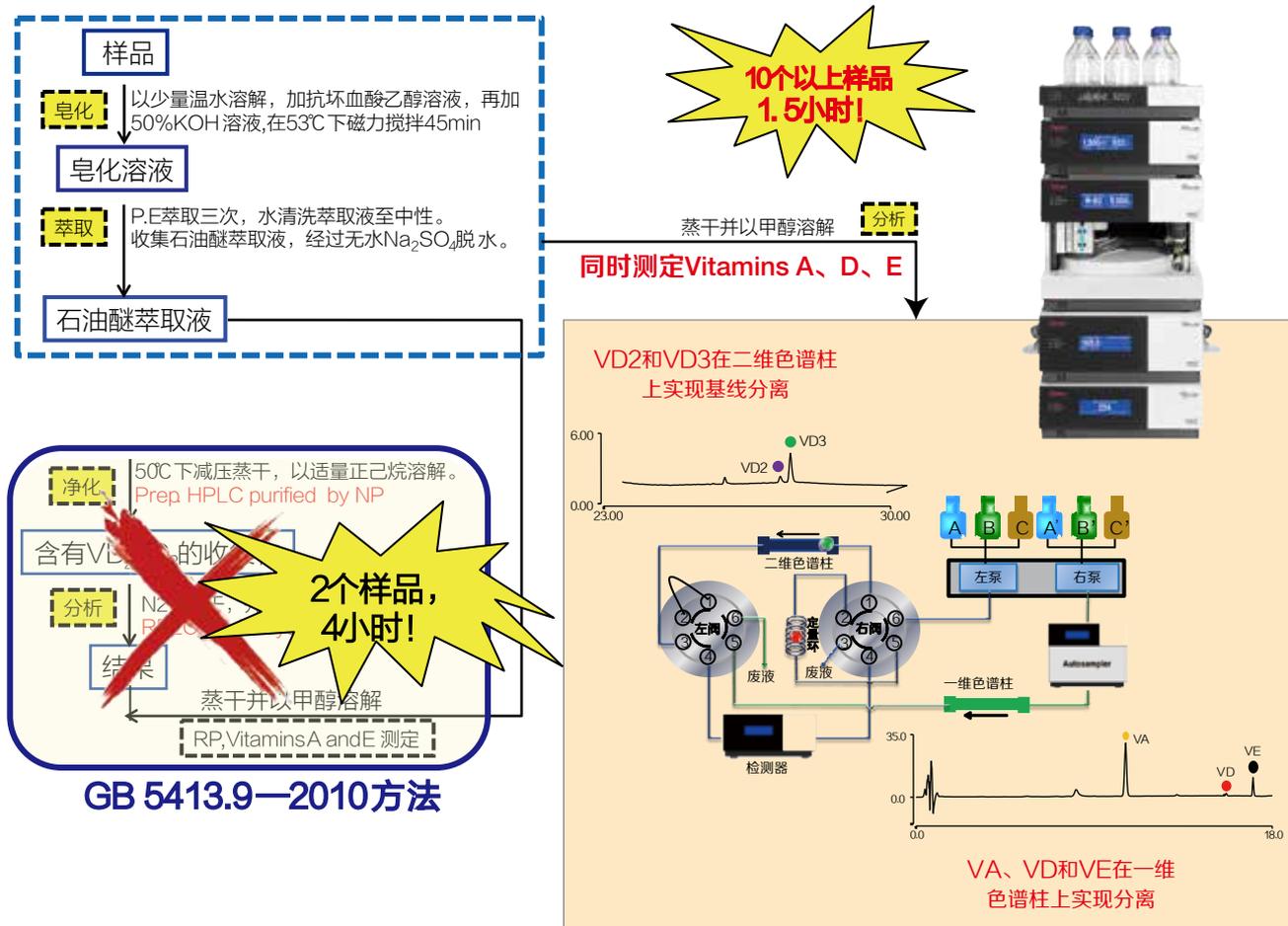


图 1. 赛默飞双三元 - 二维色谱解决方案与国标方法对比

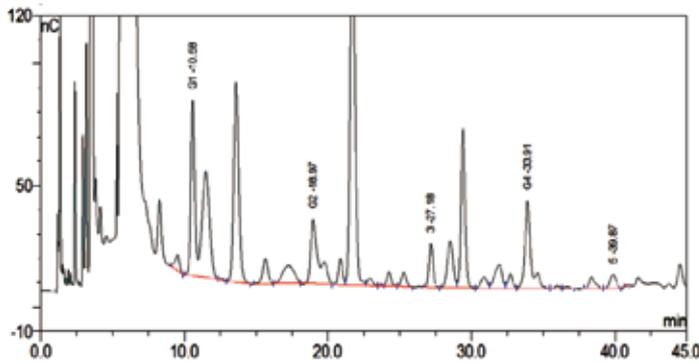
## 2 IC-ECD 测定乳粉中低聚半乳糖

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。赛默飞 ICS-5000<sup>+</sup> HIPC-脉冲安培 (PAD) 检测，有效克服上述各类检测方法的缺陷。



- 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

图3. Dionex ICS-5000<sup>+</sup> HIPC 系统



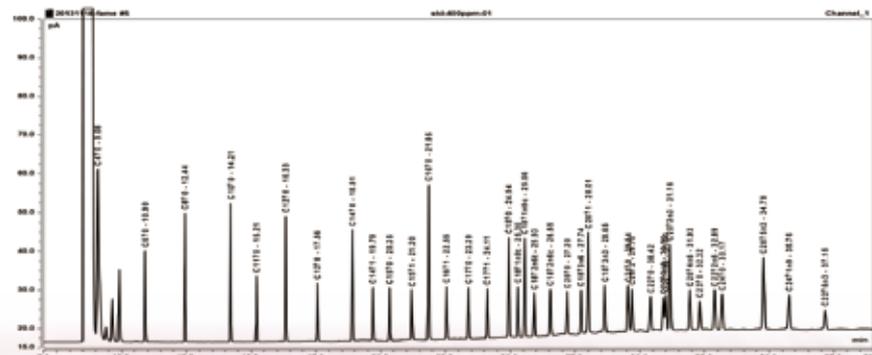
- 有效梯度分离，测量灵敏度高达 pmol 水平
- 直接检测，无需衍生
- 选择性好，仅对羟基化合物有响应
- 方法被美国分析化学家协会 (AOAC) 等国际组织广泛认可，同时符合国家标准要求

## 3 自动衍生 GC-FID 测定婴幼儿食品和奶粉中的脂肪酸

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。



图4. Trace 1300 气相色谱



- 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

# 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。赛默飞参考 NY/T 1970-2010、NY/T 2071-2011、SN/T 3136-2012，开发了快速检测 18 种真菌毒素残留量的 LC-MSMS 方法。

1

## 真菌毒素残留量的测定： UHPLC 与 TSQ 三重四极杆质谱联用

作为一台真正意义上的超高压液相系统 (UHPLC)，赛默飞的 Vanquish 能为您带来...

更好分离



更强的人机交流



更多结果



更多应用



HW



Dedicated connection kit

充分兼容质谱系统



Orbitrap Fusion

Q Exactive

TSQ

SW



SII for Xcalibur

国标中真菌毒素在不同基质中的检出限为 0.5-50.0 μg/kg。本方法完全能够满足国内和国际相关法规标准在方法灵敏度、重现性等方面的要求，并且能够实现快速、多目标物的同时检测。

名称	分子式	母离子 (m/z)	Tub lens (V)	定量子离子 (m/z)	碰撞能量 (eV)	定性子离子 (m/z)	碰撞能量 (eV)	保留时间 (min)
雪腐镰刀烯醇 Nivalenol	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>7</sub>	313.1	100	175	54	115	30	5.05
脱氧雪腐镰刀菌烯醇 Desoxynivalenol	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub>	297.1	61	115	56	127	49	6.40
二乙酰草镰刀菌烯醇 Diacetoxyscirpenol	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>7</sub>	384.2	113	307	11	105	33	8.47
3-乙酰脱氧雪腐镰刀菌烯醇 3-acetyldeoxynivalenol	C <sub>17</sub> H <sub>22</sub> O <sub>6</sub>	339.1	63	321	13	230	13	8.53
黄曲霉毒素 G <sub>2</sub> Aflatoxin G <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>7</sub>	331.1	120	189	42	245	30	9.10
黄曲霉毒素 G <sub>1</sub> Aflatoxin G <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	329.1	120	243	36	200	31	9.25
黄曲霉毒素 B <sub>2</sub> Aflatoxin B <sub>2</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	315.1	137	259	40	243	35	9.65
黄曲霉毒素 B <sub>1</sub> Aflatoxin B <sub>1</sub>	C <sub>17</sub> H <sub>12</sub> O <sub>8</sub>	313.1	132	241	39	213	45	9.75
伏马毒素 B <sub>1</sub> Fumonisin B <sub>1</sub>	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub> O <sub>15</sub>	722.4	115	334	36	352	37	10.44
HT-2 毒素 HT-2	C <sub>22</sub> H <sub>32</sub> O <sub>8</sub>	442.1	102	263	13	215	12	10.78
伏马毒素 B <sub>3</sub> Fumonisin B <sub>3</sub>	C <sub>24</sub> H <sub>50</sub> O <sub>14</sub>	706.4	134	336	37	354	31	11.00
呕吐毒素 T-2	C <sub>18</sub> H <sub>22</sub> O <sub>5</sub>	484.1	102	215	20	305	13	11.30

# 样品分析: 掺假、溯源

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。赛默飞以其卓越的稳定同位素质谱产品,为您提供涉及蜂蜜掺假、葡萄酒产地溯源、果汁饮料真实性控制、肉品产地来源、油和脂肪、香料、有机食品等解决方案,保证实现“舌尖上的安全”。



图 1. Delta V Advantage 同位素质谱仪

落地式的设计,质量色散半径是桌面型同位素质谱仪的两倍,提供无与伦比的精度和灵敏度。通过与LC、GC等技术联用,可广泛用于食品打假、食品溯源、食品品质鉴定等多领域。

## 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)。但是这种离线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。

### EA-IRMS



### HPLC-IRMS



## 2

## 地沟油的同位素检测方法：Delta V IRMS + GC-IRMS + EA-IRMS

地沟油最大来源为餐饮行业的厨余废油，经过不法厂商的精加工后作为食用油流入市场，已经很难从外观上与普通食用油加以辨别，即使利用相关食用油标准方法进行检测，也难以区分。如何有效辨别地沟油是食品安全工作者面临的一道难题。

地沟油通常为植物油和动物油脂的混合。植物油多半来源于 C3 植物，动物油来源于动物脂肪，大部分动物又是由 C4 植物如玉米喂养的。因此，植物油（菜籽油）、动物油和地沟油的脂肪酸中的 C 同位素会呈现出明显差异，可以通过检测和对比它们不同的 C 同位素值来确定油品来源。

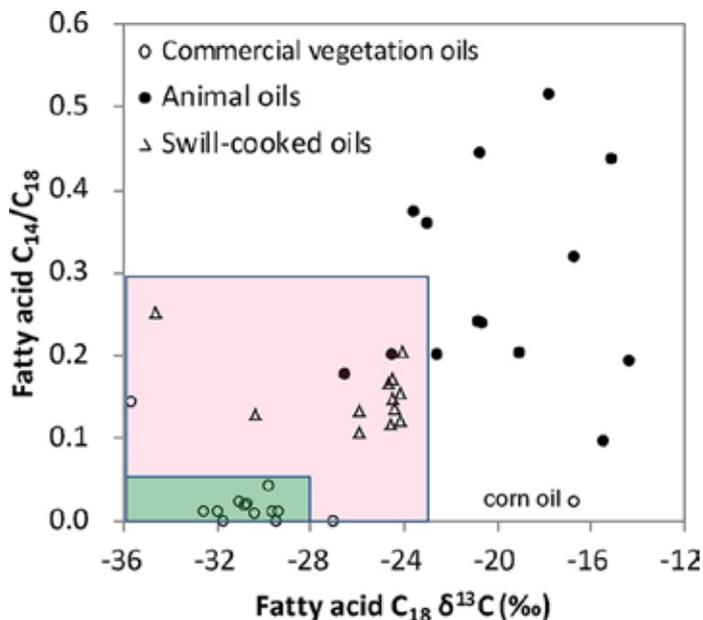


图 2. 菜籽油、动物油与地沟油中 FA 的 C14/C18 的差异

## 3

## 有机牛奶的同位素检测：Delta V IRMS + GC-IRMS + EA-IRMS

有机奶的同位素值不同于非有机奶。本方案主要是研究市售及奶源牛奶的脂肪酸及其稳定碳同位素，初步揭示国内一些品牌牛奶在脂肪酸、碳同位素方面的差异。

有机奶的碳同位素比值相比普通奶明显偏负，因为出产有机奶的奶牛主要以天然牧草（C3 植物）为食，而出产普通奶的奶牛饲料中更多的是家用饲料玉米（C4 植物）。此外，与普通奶相比，有机奶不饱和脂肪酸含量相对较高，尤其在亚麻酸和亚油酸含量方面差异比较显著。

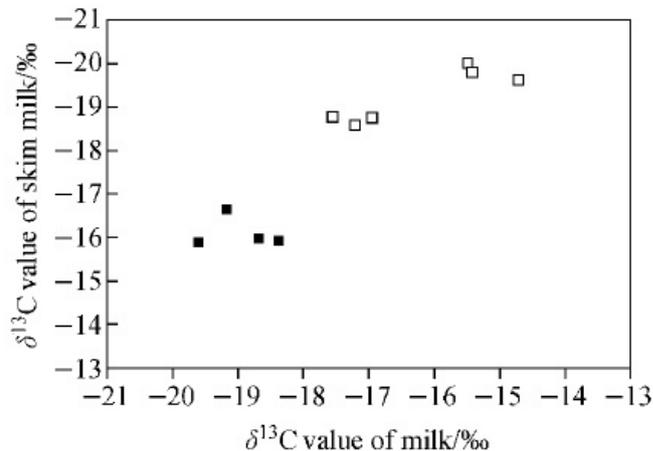


图 3. 有机奶与普通奶中碳同位素的差异

# 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，还要考虑如何将把这些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。



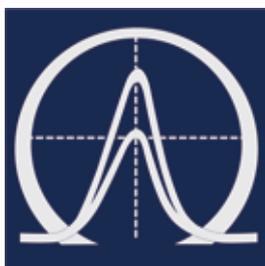
常规定量

实验室信息管理系统（LIMS）提供了一个安全系统来有效管理和追踪整个实验室收到的样品。该系统的特征允许将多个分析技术的数据和结果完美合并，生成最终报告，并具有存档能力，可以即时获取完成的历史样品分析的详情。



Chromeleon CDS Software

Dionex Chromeleon CDS 软件统一了色谱和常规定量质谱分析工作流程，全面集成了我们的气相色谱（GC/ GC-MS）和液相色谱（LC / LC-MS）仪器。在一个应用中快速、便捷地处理和报告色谱和质谱数据。从方法创建至定量及基于库的化合物识别和数据分析，在企业环境中运行您的分析。



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。

**禹重科技® UZONGLAB**

成分分析仪器 | 表面测试仪器 | 样品前处理仪器

上海市闵行区春申路2525号芭洛商务大楼  
电话：021-8039 4499 传真：021-5433 0867  
上海|北京|沈阳|太原|长沙|广州|成都|青岛|香港  
全国销售和售后服务电话：400-808-4598

邮编：201104, China  
邮箱：shanghai@uzong.cn

更多信息请访问：[www.uzong.cn](http://www.uzong.cn)

**ThermoFisher**  
S C I E N T I F I C



了解我们



微信公众号