Waters
THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™

用于植物油快速质控的自动计算法以及品质鉴定

Peter J. Lee、Yoji Ichikawa、Roger R. Menard和Alice J. Di Gioia
沃特世公司，美国马萨诸塞州米尔福德市

引言

植物油是食品、化妆品和个人护理品的重要成分，主要来自于世界各地的22种油料作物。生产加工、贮存、运输和销售各环节都对植物油的质量起着至关重要的作用。偶发事件和故意事件均会导致植物油的交叉污染。现已颁布了包括315/93/EEC、2568/91/EEC、EC 333/2007和EC 640/2008在内的多部法规，要求鉴定植物油的品质，并避免污染，从而保障公共健康和公平交易[1]。

为了确保产品质量，满足法规要求并维护公司最有价值的资产——品牌形象，植物油公司对植物油的生产过程，从原料到成品全过程进行监控。目前，植物油分析主要依靠气相色谱法(GC)和高效液相色谱法(HPLC)。气相色谱法要求在分析前进行衍生化，这既耗时又费力[2]。为了实现完全分离，普通的高效液相色谱法要求使用卤代溶剂或使用会使运行时间更长的非卤代溶剂[3-6]。自卤代溶剂被认识到具有致癌作用后，卤代溶剂的使用在大多数实验室受到了限制。因此，人们对用于植物油质量控制和品质鉴定更有效的分析工具的需求日渐增加。

ACQUITY UPLC®系统是新一代液相色谱平台。使用UPLC®/PDA/ELSD/质谱检测器，可以更快进行筛选、在不使用卤代溶剂[7-10]条件下对植物油的表征建立高分离度的方法。只需一次进样，超高效液相色谱(UPLC)系统就能得到多种类型的数据，产生重现好的指纹图谱数据，鉴别甘油三酸酯的组分，并评估植物油氧化和分解程度。与普通的高效液相色谱相比，超高效液相色谱缩短了分析时间，减少了溶剂用量，并能从一次进样中提供更高分离度并带有更多信息的色谱图。因此，超高效液相色谱法的性价比更高。

本技术文献描述了用于植物油质控和品质鉴定的更为高效的系统解决方案，即使用UPLC和Empower™ 2软件的用户自定义字段的计算功能，自动定量并报告植物油样品是否符合用户设定的质控标准。此方案不再需要人工计算，从而避免了可能的人为误差并能够快速而准确地报告关键信息。掌握了准确、及时的结果，决策者就能提高交货效率和产量，即减少不合格产品，避免产品召回，并最大限度地减少责任诉讼。本文的实验部分提供了关于自定义字段计算的例子，并附有其详细步骤。

实验

样品准备：

食用油，购买自当地的食品杂货店。用2-丙醇将食用油样品稀释为6 mg/ml的溶液，以备分析之用。

超高效液相色谱条件：

超高效液相色谱系统：ACQUITY UPLC，PDA检测器
软件：Empower 2

PDA参数：

检测波长：195-300nm
采样率：20 pts/s
过滤响应速度：快

超高效液相色谱参数：

色谱柱：ACQUITY BEH C_{18} 2.1 x 150 mm
弱洗脱：2-丙醇（每次洗脱用量：500 µL）
强洗脱：2-丙醇（每次洗脱用量：500 µL）
充填洗脱：10%的CH_3CN水溶液（每5分钟）
流动相A：CH_3CN
流动相B：2-丙醇
柱温：30°C
进样量：2 µL（满环定量）

梯度条件：

时间 (min)	流速 (mL/min)	%B	曲线
0	0.15	10	—
22	0.15	90	6

平衡色谱柱和UPLC系统条件：

时间 (min)	流速 (mL/min)	%B	曲线
0	0.13	100	—
18	0.13	10	11
21.5	0.7	10	11
24.5	0.15	10	11
25	0.15	10	11

说明：运行样品组之前，先进一针空白试样2-丙醇；该检测值被用作PDA 3D谱图的空白扣除。

用于鉴定特纯天然橄榄油A质量的质控标准：

为了便于演示，我们从纯天然橄榄油A的典型色谱图中选取六个峰。选择其中的一个峰作为标记峰，其余的峰为指示峰。“峰面积比（指示峰面积除以标记峰面积）±3xSTDEV”用作指示峰的质控标准。

1. 指示峰3O（峰面积OOL/标记峰面积）>0.84或<0.86，则合格；否则不合格。
2. 指示峰OOL（峰面积OOL/标记峰面积）>1.18或<1.21，则合格；否则不合格。
3. 指示峰LLO（峰面积LLO/标记峰面积）>0.39或<0.41，则合格；否则不合格。
4. 指示峰LLL（峰面积LLL/标记峰面积）>0.039或<0.045，则合格；否则不合格。
5. 指示杂质峰（杂质峰面积/标记峰面积）<0.42，则合格；否则不合格。

创建计算峰面积比自定义字段的步骤[11]：

1. 点击“配置系统”，进入配置管理员；在树形结构中点击“项目”。
2. 选择并右击所需的项目。
3. 选择“属性”，打开“项目属性”窗口。
4. 点击“自定义字段”标签；然后点击“新建”，打开“数据和类型选择”窗口(图1)。
5. 在字段类型中选取“峰”，在数据类型中选取“实数(0.0)”；然后点击“下一步”打开“选择来源”窗口，如图2所示。
6. 在“数据来源”中选择“计算”，在“样品类型”和“峰类型”中选择“全部”；在“搜索顺序”中选择“只限于结果组”，然后在弹出窗口中点击“确定”；不要勾选“全部或没有”以及“丢失峰”选项；点击“下一步”，打开“输入公式”窗口，如图3所示。
7. 将面积/IS[面积]输入至字段中；点击“下一步”，打开“数值型参数”窗口(使用默认值)。
8. 点击“下一步”，打开“输入名称”窗口。
9. 输入新的字段名(例如，此处所用的字段名是“Ratio _IS”)；在“创建该字段”中选择“项目”。
10. 点击“完成”，这样就创建了一个名为“Ratio_IS”的自定义字段，用于计算峰面积比，如图4所示。

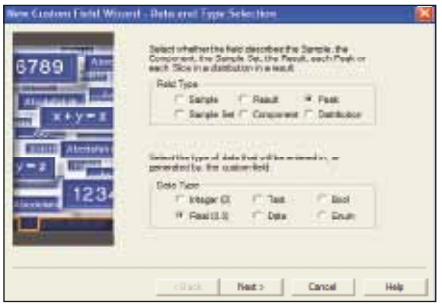


图1 “选择数据和类型”窗口

图2 “选择来源”窗口

图3 “输入公式”窗口

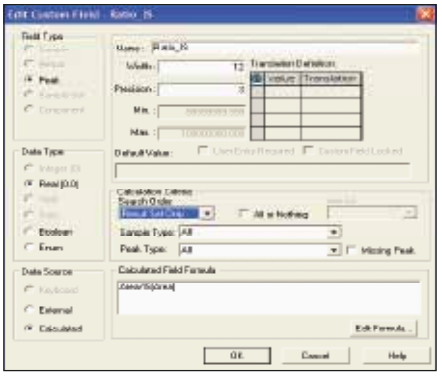


图4 编辑自定义字段“Ratio_IS”窗口

说明：面积是指色谱图中任何可见峰的峰面积。IS[面积]被定义为名为IS峰的峰面积。

创建自定义字段并根据特定指示峰面积比的标准确定“合格”或“不合格”的步骤如下：

1. 点击“配置系统”，打开配置管理员；在树形结构中点击“项目”。

2. 选择并右击所选择的工作项目。

3. 选择“属性”，打开“项目属性”窗口。

4. 点击“自定义字段”标签；然后点击“新建”，打开“数据和类型选择”窗口，如图1所示。

5. 在字段类型中选择“峰”，在数据类型中选取“布尔(0.0)”；然后点击“下一步”，打开“选择来源”窗口。

6. 在“数据来源”中选择“计算”，在“样品类型”和“峰类型”中选择“全部”；在“搜索顺序”中选择“只限于结果组”，然后在弹出窗口中点击“确定”；选择“全部或没有”选项，在弹出窗口中点击“是”；然后点击“下一步”，打开“输入公式”窗口。

7. 将以下公式输入至字段中：

   GTE(3O[Ratio_IS],0.841)&LTE(3O[Ratio_IS],0.859)
   ***EQ(Name,“3O”)+NEQ(Name,”3O”)*-1*50000**

8. 点击“下一步”，打开“翻译定义”窗口，如图5所示。

9. 在“0”旁边，输入“不合格”；在“1”旁边，输入“合格”；然后点击“下一步”，打开“输入名称”窗口。

10. 输入一个名称(例如，此处使用的是“Oly_OOO”)；在“创建该字段”中选择“项目”。

11. 点击“完成”，这就创建了一个名为“Oly_OOO”的自定义字段用于检验峰面积比(OOO峰面积除以标记峰面积)是否符合指示峰OOO的质控标准，如图6所示。

重复进行第1-8步，以确定其余的指示峰是否合格：
对于指示峰OOL，在第4步中，在“输入公式”窗口中输入以下公式：

GTE(OOL[Ratio_IS],1.18)&LTE(OOL[Ratio_IS],1.21])
***EQ(Name,“OOL”)+NEQ(Name,“OOL”)*-1*50000.** 在第7步中，在字段名中输入“Oly_OOL”，创建字段“Oly_OOL”，以检验峰面积比(OOL峰面积除以标记峰面积)是否符合质控标准。

对于指示峰LLO，在第4步中，在“输入公式”窗口中输入以下公式：

GTE(LLO[Ratio_IS],0.39)&LTE(LLO[Ratio_IS],0.41])*EQ(Name,“LLO”)+NEQ(Name,“LLO”)*-1*50000. 在第7步中，在字段名中输入“Oly_LLO”，创建字段“Oly_LLO”， 以检验峰面积比(LLO峰面积除以标记峰面积)是否符合质控标准。

对于指示峰LLL，在第4步中，在“输入公式”窗口中输入以下公式：

GTE(LLL[Ratio_IS],0.039)&LTE(LLL[Ratio_IS],0.045])*EQ(Name,“LLL”)+NEQ(Name,“LLL”)*-1*50000. 在第7步中，在字段名中输入“Oly_ LLL”，创建字段“Oly_ LLL”， 以检验峰面积比(LLL峰面积除以标记峰面积)是否符合质控标准。

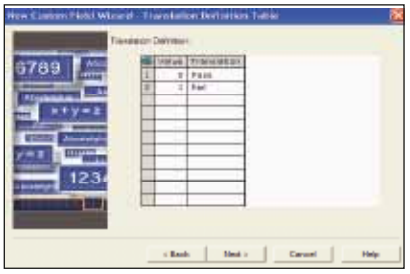


图5 翻译定义窗口

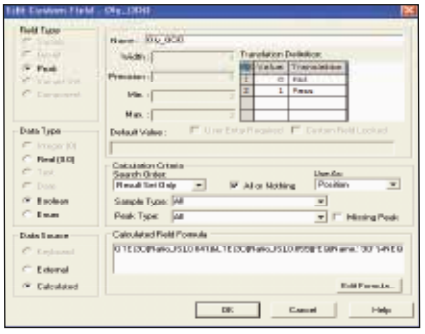


图6 自定义字段“Oly_OOO”窗口

对于杂质指示峰，在第4步中，在“输入公式”窗口中输入以下公式：

GT(Impurity[Ratio_IS],0.42)*EQ(Name,”Impurity”)+NEQ(Name,“Impurity”)*-1*50000. 在第7步中，在字段名中输入“Oly_Impurity”，创建字段“Oly_ Impurity”，以检验峰面积比(杂质峰面积除以标记峰面积)是否符合质控标准。

本方法用定时组功能计算杂质峰的总和:

1. 在“编辑处理方法”窗口中，选择“定时组”标签，如图7所示。
2. 在“名称”字段中输入杂质名称，在“开始时间”字段中输入“3”，在“结束时间”字段中输入“13.6”。
3. 勾选“不包括已知峰”字段。

在处理方法中标记选定的标记峰和指示峰：

1. 在“编辑处理方法”窗口中选择“组分”标签。
2. 将保留时间为9.81 min的峰名称改为IS，在“峰标签”字段中输入“标记峰”，如图8所示。
3. 将保留时间为13.79 min的峰名称改为3L，在“峰标签”字段中输入“LLL”。
4. 将保留时间为14.85 min的峰名称改为2LO，在“峰标签”字段中输入“LLO”。
5. 将保留时间为15.87 min的峰名称改为2OL，在“峰标签”字段中输入“OOL”。
6. 将保留时间为16.85 min的峰名称改为OOO，在“峰标签”字段中输入“OOO”。

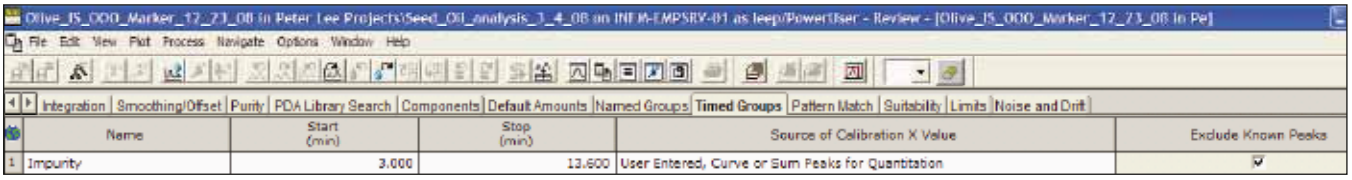


图7 定时组窗口

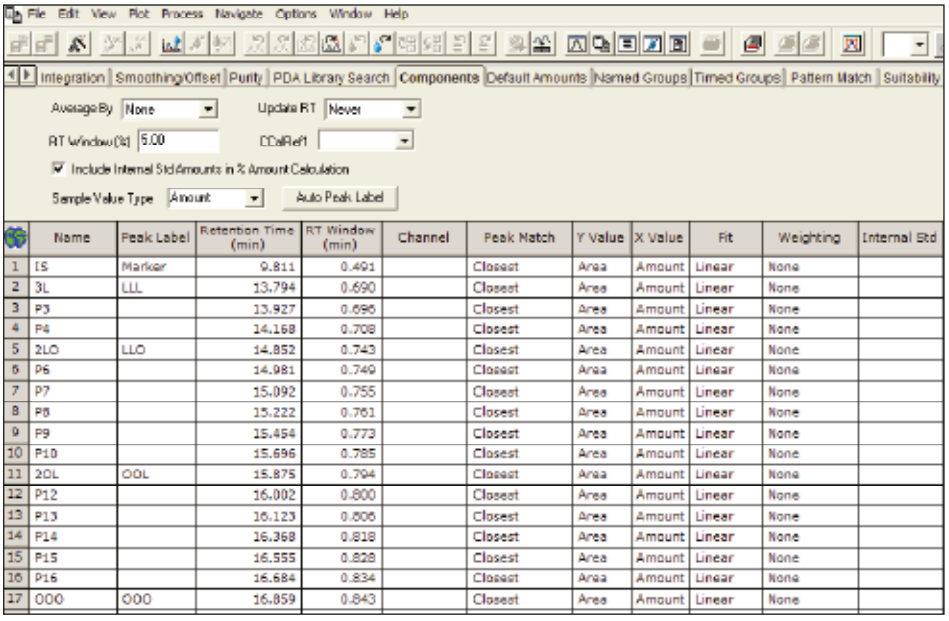


图8 组分窗口
说明：可根据用户组的标准对标记峰和指示峰进行命名并加标签。

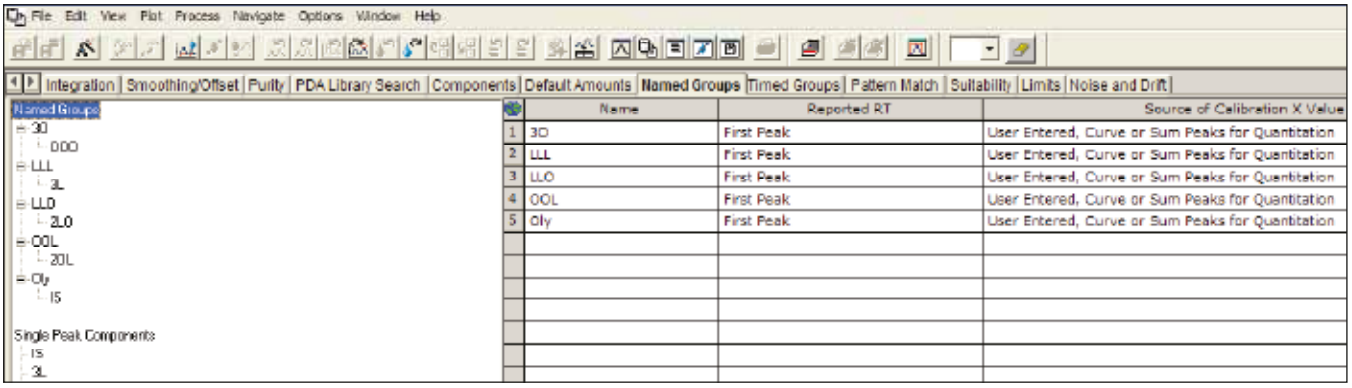


图9 命名组窗口
说明：可创建一个自定义报告模板，仅用于显示选定的指示峰。

在处理方法中创建命名组的步骤：

1. 在“编辑处理方法”窗口中选择“命名组”标签。

2. 在“名称”栏中输入30、LLL、LLO、OOL和Oly，如图9所示。

3. 分别将OOO、3L、2LO、2OL和IS从“单峰组分”拖至各自相应的命名组中，如图9所示。

创建合格或不合格报告模板的步骤：

1. 点击“方法”标签，选择一份报告，右击该报告；选择“打开”，以显示“编辑报告方法”窗口。

2. 在“编辑报告方法”窗口中选择“新建”，打开“新方法／组”窗口。

3. 选择“创建新报告方法”，勾选“使用报告方法／组向导”选项；然后点击“确定”，打开“报告方法模板向导”。

4. 选择“单个报告”，然后点击“下一步”，打开“新方法向导”窗口。

5. 在报告类型中选择“单个”，然后点击“完成”，显示一个报告方法模板。

6. 在色谱图上右击，选择“属性”，打开“色谱图属性”窗口(图10)。

7. 选择“峰标签”，勾选“仅使用峰标签”，然后点击“确定”。

8. 右键单击“表”，选择“属性”，打开“表属性”窗口。

9. 选择“峰”标签，勾选“峰组”。

10. 点击“表”标签，然后在树形结构中点击所需的峰。双击每个指示峰，以将相应的自定义字段添加到结果表格中，如图11所示。

11. 点击“确定”，输入该报告模板的名称(例如，此处显示的名称是“特级天然橄榄油质控报告”)，然后在工具栏中点击“保存”。

图10 色谱图属性窗口

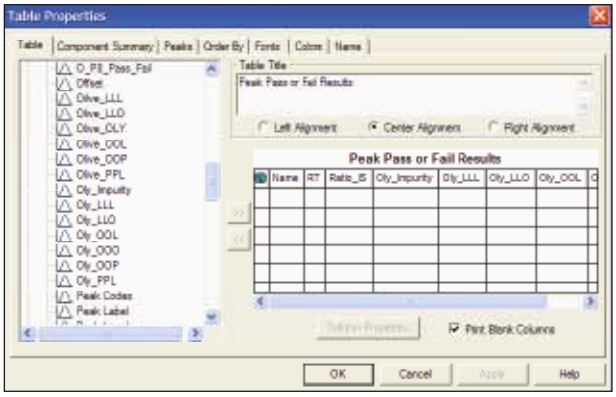


图11 表属性窗口

结果和讨论

不使用卤代溶剂做流动相的普通高效液相色谱法很难分离植物油的主要组分——甘油三酸酯。图12为普通高效液相色谱法(2根5μm粒径颗粒填充的150mm长的C_{18}柱，蒸发光散射检测器ELSD)得到的大豆油的典型色谱图，使用乙腈和二氯甲烷作为流动相，实现该分离需要60多分钟。由于二氯甲烷在240nm以内具有紫外吸收，这会干扰甘油三酸酯的紫外吸收(最大波长吸收值约210nm)，因此使用蒸发光散射检测器(ELSD)进行检测。

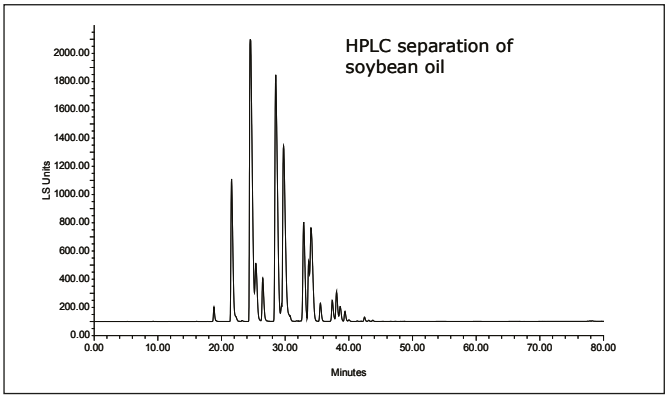


图12 大豆油样品的蒸发光散射色谱图：Alliance® 2695高效液相色谱仪，两根3.9 x 15 cm的Symmetry® C_{18}色谱柱，流动相A(乙腈)，流动相B(二氯甲烷)，温度：30°C，流速0.57 mL/min；色谱条件：前72分钟内的梯度变化为20%-60%(曲线6)，然后使用100%B(曲线11)并保持10分钟，最后用20%B平衡色谱柱40分钟。

ACQUITY UPLC系统的设计特点是使用小颗粒装填技术的高效色谱柱，以进行更快速、更灵敏和更高分离度的分离。UPLC的溶剂传送系统能承受高达15,000 psi的背压，因此能够使用2-丙醇等高黏度溶剂进行植物油分析。由于2-丙醇对植物油的溶解性好[12]、低毒，透射度限制低，便于对甘油三酸酯进行紫外检测，因此2-丙醇被选作强洗脱液。图13为关于同一大豆油样品的10张叠加的紫外色谱图说明UPLC法的重现性，此分离使用1.7μm粒径的2.1 x 150mm的 BEH C_{18}色谱柱，乙腈/2-丙醇作为流动相，整个运行时间缩短为22分钟。图12和图13比较，具有相似的甘油三酸酯峰型，但UPLC法具有更高的分离度，更短的运行时间。数据表明不使用致癌溶剂作为流动相，使用 UPLC分离植物油中的组分具有明显优势。用于植物油分析的乙腈/2-丙醇流动相的UPLC系统可使用PDA、ELSD和MS检测器，不像其他用于普通高效液相色谱法的溶剂。一次进样便可得到多种数据类型，并可以产生可重现的指纹图谱数据[7]，通过质谱法鉴别甘油三酸酯组分[10]，并用PDA多波长扫描测定植物油的氧化程度[8]。

目前已知植物油具有特征的甘油三酸酯比，这对植物油指纹图谱[5-8]的鉴别很有用。如图14-16所示，核桃油、葡萄籽油、芝麻油、特级天然橄榄油A、特级天然橄榄油B、榛子油、茶籽油、玉米油、加拿大低酸油、高油酸葵花籽油和普通葵花籽油的紫外色谱图证实，每种油样品都具有独特的色谱类型，即相对峰强度。

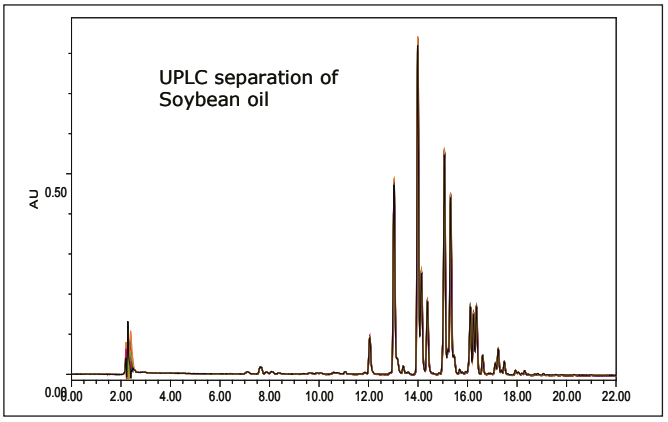


图13 对同一大豆油样品(6 mg/mL) 10针重复进样所得的紫外色谱图(210 nm)进行叠加。运行此样品组首先进行空白样品(2-丙醇)进样，并将该结果作为PDA 3D数据的空白扣除值。

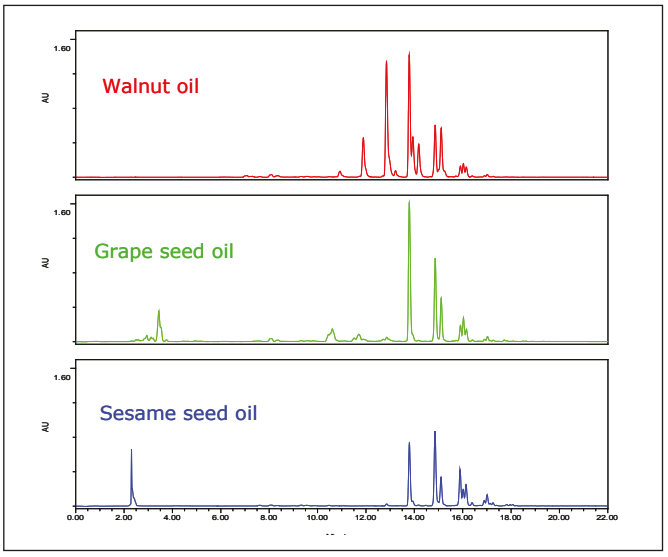


图14 核桃油、葡萄籽油、芝麻油(6 mg/mL)的紫外色谱图(210 nm)。

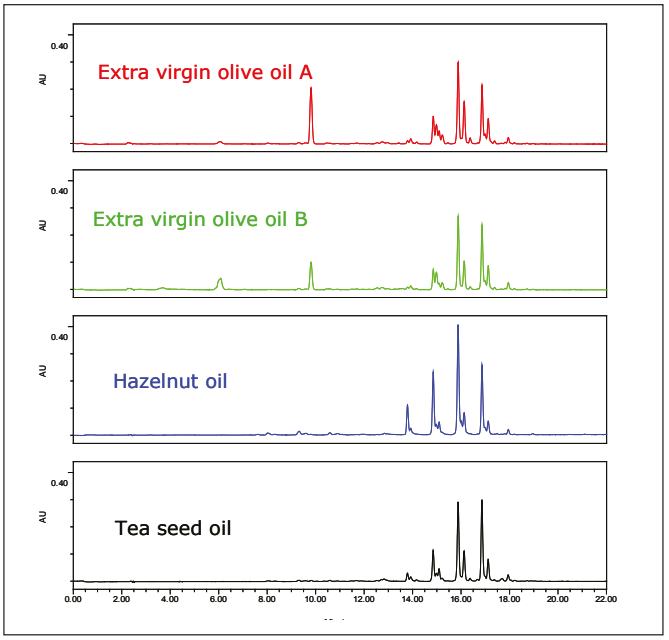


图15 特级天然橄榄油A、特级天然橄榄油AB、榛子油、茶籽油(6 mg/mL)的紫外色谱图(210 nm)。

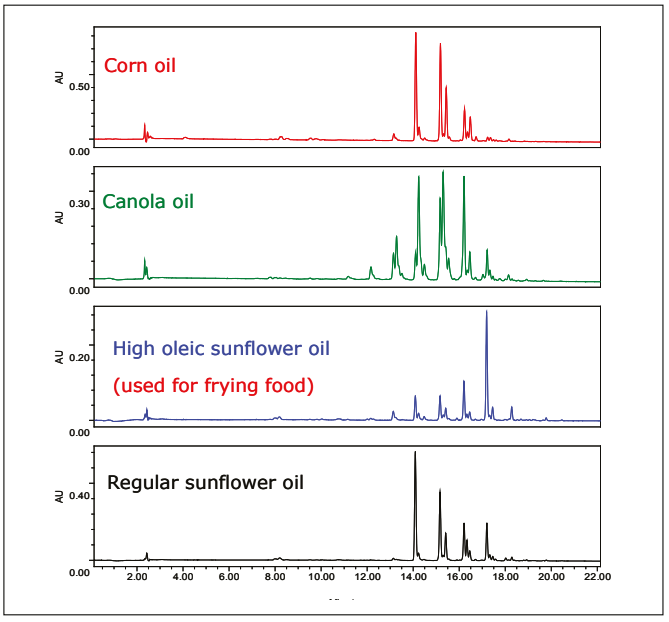
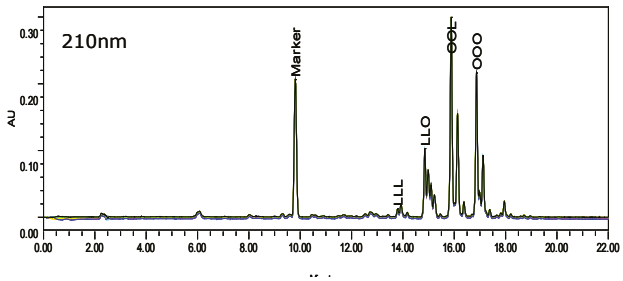


图16 玉米油、加拿大低酸油、高油酸葵花籽油和普通葵花籽油(6 mg/mL)的紫外色谱图(210 nm)。



Component Summary For Area
Channel: PDA Spectrum

	SampleName	Inj	Channel	Vial	Impurity	Oly	LLL	LLO	OOL	3O
1	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	534040	1314146	57146	525521	1577917	1122314
2	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	535196	1329633	56845	528886	1585060	1126010
3	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	526730	1325341	56892	528805	1585384	1123567
4	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	532283	1323359	56731	528341	1581443	1120306
5	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	524420	1322951	57634	526756	1579000	1119823
6	Olive_oil_6mg_mL	1	PDA Spectrum	1:A,5	533104	1323178	56014	527241	1586466	1125570
Mean					530962	1323101	56877	527591	1582545	1122932
Std. Dev.					4346	5059	532	1328	3604	2599
% RSD					0.8	0.4	0.9	0.3	0.2	0.2

图17 特级天然橄榄油A，OOO(甘油三酸酯)、OOL(二油酰－亚麻酰－甘油)、LLO(二亚麻酰－油酰－甘油)和LLL(三亚麻酰－甘油)的紫外叠加色谱图和峰面积：标记峰＝Oly，OOO＝3O，杂质峰＝除标记峰之外的保留时间介于3-13.6分钟的所有峰的总和。

为了高效使用峰强度比进行品牌质控和质量鉴定，Empower 2软件的自定义字段计算功能可根据用户设定的质控标准自动将原始色谱数据转换为合格或不合格报告。以特级天然橄榄油A为例说明该改进的方法。

图17为特级天然橄榄油A的叠加紫外色谱图和峰面积。甘油三酸酯的峰面积从最强峰(OOL)到最弱峰(LLL)其RSD值(n=6)<0.9%。共有20多个可见峰，任一峰都能被用作标记峰或指示峰，用以计算峰面积比。为了便于讨论，将之前确定的甘油三酸酯的峰OOO、OOL、LLO和LLL选作指示峰[10]，将仅出现在橄榄油产品中、通过紫外检测观察到的保留时间为9.8分钟的强峰选作标记峰[13]。由于大多数廉价的蔬菜油和降解油具有很多保留时间低于13.6分钟的其它强峰[9]，因此可用定时组功能(图7)创建杂质指示峰，以监测是否存在污染。该杂质指示峰是指标记峰之外的保留时间介于3-13.6分钟的所有峰的总和。通过创建自定建自定义字段“Ratio_IS”(图4)，可用Empower 2软件自动计算峰面积比(指示峰面积除以标记峰面积)。表1总结了峰面积比的结果以及STDEV值。“峰面积比±3xST-DEV”被用作每个指示峰的质控标准。由于地理和其它种植条件的差异，植物油的某一特定类型会存在差异。该数值在比较其它植物油样品是否符合基于特定油品的质控标准方面具有极大的价值。

	杂质	LLL	LLO	OOL	3O
比	0.404	0.042	0.397	1.200	0.851
STDEV n=6	0.005	0.001	0.002	0.004	0.003

比＝指示峰面积除以标记峰面积
STDEV＝标准偏差

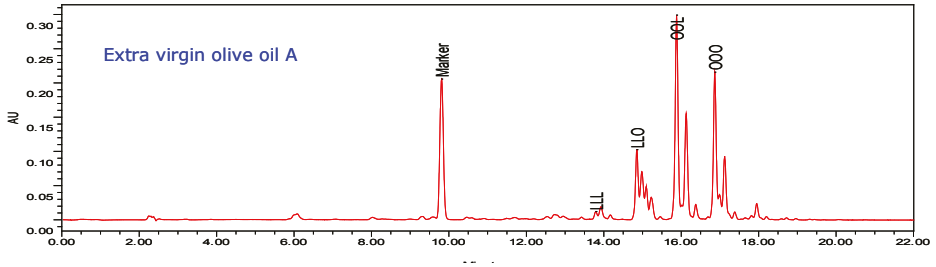
表1 特级天然橄榄油A的指示峰面积比
说明：为了设定任何植物油的用户标准，首先得到多种类型色谱图并具有峰面积的STDEV表中的值则非常重要。

Empower 2 software

Virgin Olive Oil QC Report

SAMPLE INFORMATION

Sample Name:	Olive_oil_6mg_mL	Acquired By:	Peter_Lee
Sample Type:	Unknown	Sample Set Name:	PJL12_178_seed_oil
Vial:	1:A,5	Acq. Method Set:	10_to_90B1_22min_015mL_min
Injection #:	1	Processing Method	
Injection Volume:	2.00 ul	Channel Name:	210.0nm
Run Time:	22.0 Minutes	Proc. Chnl. Descr.:	PDA 210.0 nm, Smoothed by 7
Date Acquired:	4/12/2008 11:25:33 PM EDT		
Date Processed:	8/22/2008 10:39:40 AM EDT		



Peak Pass or Fail Results

	Name	RT	Ratio_IS	Oly_Impurity	Oly_LLL	Oly_LLO	Oly_OOL	Oly_OOO
1	Impurity	3.212	0.396	Pass				
2	Oly	9.811	1.000					
3	LLL	13.794	0.044		Pass			
4	LLO	14.854	0.398			Pass		
5	OOL	15.880	1.194				Pass	
6	3O	16.866	0.846					Pass

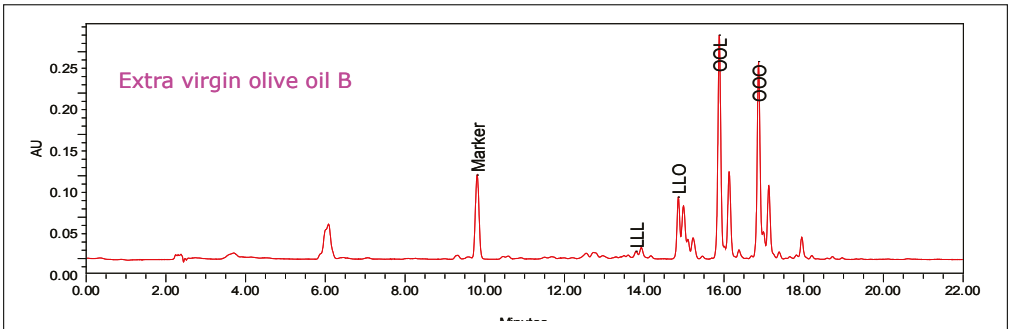
图18 特级天然橄榄油A的质控报告

说明：Ratio_IS=峰面积比；Oly_Impurity、Oly_LLL、Oly_LLO、Oly_OOL和Oly_OOO是自定义字段，用于检验指示峰面积比是否符合质控标准；Oly=标记峰，3O= OOO，RT=保留时间。

现在，Empower 2软件能够使用自定义字段计算、命名组、定时组和报告模板(如图6、7、9、10和11所示)，根据特级天然橄榄油A的质控标准，自动计算并报告样品合格与否的结果。图18为特级天然橄榄油A的典型Empower质控报告。该报告表明所有指示峰均符合质控标准。Empower软件的这些高级功能避免了人工计算步骤，因此能避免可能出现的人为误差。

昂贵的特级天然橄榄油通常会被掺入廉价橄榄油和其它植物油(例如大豆油和榛子油)。图19为一份特级天然橄榄油B的报告。所有指示峰均表明该特级天然橄榄油B未通过根据特级天然橄榄油A制定的质控标准。在该色谱图中存在保留时间<13.6 min的额外峰，这些数据清楚地表明两种品牌的橄榄油样品存在差异，并证实并非所有市售的特级天然橄榄油的品质都相同。

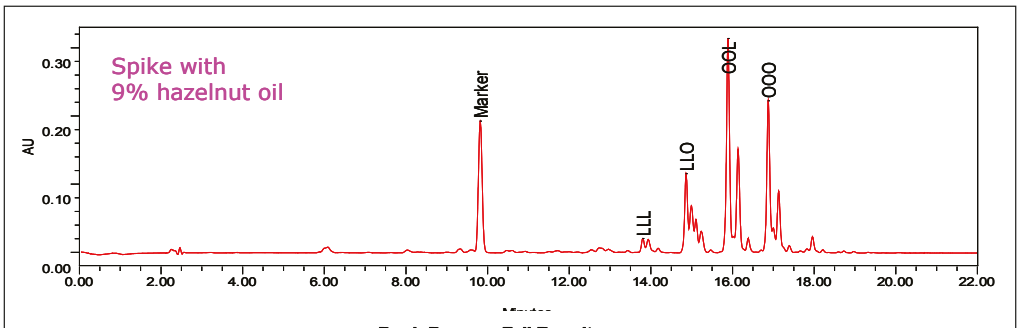
图20为一份掺入9%榛子油的特级天然橄榄油A的报告。所有指示峰均表明该掺假样品不符合质控标准。而且，根据特级天然橄榄油A制定的同一质控标准也应用于分析其它植物油(图14-16)，同样掺入1%大豆油或1%玉米油的特级天然橄榄油A，均不合格。



Peak Pass or Fail Results

	Name	RT	Ratio_IS	Oly_Impurity	Oly_LLL	Oly_LLO	Oly_OOL	Oly_OOO
1	Impurity	3.588	1.897	Fail				
2	Oly	9.809	1.000					
3	LLL	13.795	0.086		Fail			
4	LLO	14.856	0.568			Fail		
5	OOL	15.882	2.132				Fail	
6	3O	16.867	1.880					Fail

图19 特级天然橄榄油B的分析报告。



Peak Pass or Fail Results

	Name	RT	Ratio_IS	Oly_Impurity	Oly_LLL	Oly_LLO	Oly_OOL	Oly_OOO
1	Impurity	3.212	0.452	Fail				
2	Oly	9.821	1.000					
3	LLL	13.803	0.089		Fail			
4	LLO	14.863	0.484			Fail		
5	OOL	15.889	1.353				Fail	
6	3O	16.875	0.943					Fail

图20 掺入9%榛子油的特级天然橄榄油A的分析报告。

之前描述的是使用UPLC-TOF和集成软件工具检测橄榄油掺假的化学计量方法14。本技术文献为植物油质控和品质鉴定提供了可供选择的另一种解决方案。本方法可完全自动地获取并处理数据，从而生成明确的合格或不合格报告。

结论

具有Empower 2 软件的ACQUITY UPLC系统能不需要衍生化和卤化溶剂，且能快速分析植物油样品并进行品质鉴定。UPLC系统得出的数据具有良好的重现性、精确性和准确性，而且简单易懂。分离速度比普通高效液相色谱法快三倍，所消耗的溶剂量减少8倍，所产生的有害废物也减少8倍；从而能够节省成本，提高安全性。

ACQUITY PDA检测器能产生高分离度和高重现性的数据，这有助于轻松建立用于制定每种品牌植物油的质控和品质鉴定标准的指纹图谱数据。借助Empower 2软件的自定义字段计算功能，关键的产品质控数据可从原始数据中准确得出并根据用户设定的标准快速传送，有效地出具简单易懂的合格或不合格报告。决策者能根据这些重要信息及时做出决定，从而提高生产率。使用本UPLC方法，植物油公司能够轻松自信地鉴定产品的品质和质量。与植物油产品纯度方面利益相关的其他行业，例如化妆品公司、个人护理品公司和食品公司，也将从本方法中受益。

参考文献

1. http://www.fediol.org/5/pdf/legislation.pdf
2. VG Dourtoglou et al. JAOCS, Vol.80, No.3: 203-208, 2003.
3. LCGC, The Application Notebook, Sept 1, p51, 2006.
4. A J Aubin, C B Mazza, D A Trinite, P McConvile. Analysis of Vegetable Oils by High Performance Liquid Chromatography Using Evaporative Light Scattering Detection and Normal Phase Eluents. Waters Corporation, No. 720002879EN, 2008.
5. P Sandra et al J Chromatogr. A 974: 231-241, 2002.
6. International Olive Oil Council standard method COI/T.20/Doc. No. 20 2001.
7. P J Lee, C H Phoebe, A J Di Gioia. ACQUITY UPLC Analysis of Seed Oil (Part 1): Olive Oil Quality & Adultration. Waters Corporation, No. 720002025EN, 2007.
8. P J Lee, C H Phoebe, A J Di Gioia. ACQUITY UPLC Analysis of Seed Oil (Part 2) Olive Oil Quality & Adultration. Waters Corporation, No. 720002026EN, 2007.
9. P J Lee, and A J Di Gioia. ACQUITY UPLC/ELS/UV: One Methodology for FFA, FAME and TAG Analysis of Biodiesel. Waters Corporation, No. 720002155EN, 2007.
10. P J Lee and A J Di Gioia. Characterization of Tea Seed Oil for Quality Control and Authentication. Waters Corporation, 720002980en, 2009.
11. Empower\help\Custom Field Calculation.
12. F O Oyedeji et al Characterization of Isopropanol Extracted Vegetable Oils. J Applied Sci. 6: 2510-2513, 2006.
13. The marker (Oly) peak at 9.8 min was well detected by UV but had weak MS response with APCI positive ionization mode. According to the SQD MS spectra, the marker peak is not a triglyceride. High resolution mass spectrometers with exact mass capabilities are needed in order to properly elucidate its chemical structure. However, it is not necessary to have peak identification for this QC and authentication methodology.
14. P Silcock and D Uria. Characterization and Detection of Olive Oil Adulterations Using Chemometrics. Waters Corporation No. 720002786en, 2008.

Waters

THE SCIENCE OF WHAT'S POSSIBLE.™

Waters、ACQUITY UPLC、UPLC、Alliance和Symmetry是沃特世公司的注册商标。Empower和The Scienec of What's Possible是沃特世公司的商标。所有其它商标的所有权归各自的所有者。

©2011 沃特世公司 中国印刷

2011 年 10 月 720002973ZH AG-PDF

沃特斯中国有限公司
沃特世科技（上海）有限公司

北京：010 - 5209 3866
上海：021 - 6156 2666
广州：020 - 2829 6555
成都：028 - 6554 5999
香港：852 - 2964 1800

免费售后服务热线：800 (400) 820 2676
www.waters.com