

橄榄油实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值测定方法研究

张 冰, 张 蕊

(国家粮食局科学研究院, 100037 北京)

摘 要:介绍了理论 ECN42 甘三酯含量的计算方法,考察了测定实际 ECN42 甘三酯含量的液相色谱条件,研究了方法的重现性和再现性,建立了用于橄榄油掺伪鉴别的实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值(Δ ECN42)测定方法。结果表明:采用示差折光检测器,柱温 38℃,流动相为丙酮/乙腈(50:50, V/V),流速:1.5 mL/min 时,色谱分离效果好,ECN42 甘三酯含量重复性好,RSD 小于 1%,再现性 S_R 良好(0.02~0.11),为我国制定相应国家标准方法提供了依据。

关键词:橄榄油;掺伪;甘三酯;等效碳数 42; Δ 等效碳数 42

中图分类号:TS 221 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7561(2016)05-0077-06

Research on determination of the difference between actual and theoretical content of triacylglycerols with ECN42 in olive oil

ZHANG Bing, ZHANG Rui

(Academy of State Administration of Grain, Beijing 100037)

Abstract: The method of calculating theoretical content of triacylglycerols with ECN42 in olive oil was introduced, which distinguished adulteration of olive oil by determination of the absolute difference between actual and theoretical content of triacylglycerols with ECN42 (Δ ECN42). The HPLC condition to quantify ECN42, and the reproducibility of the method was researched. The results showed that using differential refractometer as the detector, column temperature 38℃, mobile phase acetone/acetonitrile (50:50, V/V), flow rate 1.5 mL/min, under the condition, it showed a good chromatographic separation effect with good repeatability, and RSD less than 1% and S_R between 0.02 and 0.11. It provided basis for instituting national standard.

Key words: olive oil; adulteration; triacylglycerols; ECN42; Δ ECN42

橄榄油是以油橄榄鲜果为原料制取的油脂,在地中海沿岸国家有着几千年的历史,近年来逐渐受到我国消费者认可。我国橄榄油市场初期存在较严重的掺杂使假现象^[1]。随着国家标准 GB 23347—2009《橄榄油、油橄榄果渣油》^[2]的颁布实施,较大程度规范了橄榄油市场,维护了消费者的利益。产品标准中对橄榄油实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值(Δ ECN42)进行了规定,见表 1。目前尚未有《动植物油脂 实际与理论 ECN42 甘三酯含量差值的测定》国家标准出台,所使用的检测方法为国际橄榄理事会(IOC)的原文方法,这给广大基层检验人员检测带来一定困难。因此,在我国建立相应的检测方法,形成检测方法标准具有现实的意义。

表 1 实际和理论 ECN42 甘三酯含量最大差值(GB/T 23347—2009)

产品类别	Δ ECN42
初榨橄榄油	0.2
精炼橄榄油	0.3
混合橄榄油	0.3
油橄榄果渣油	0.5

本实验研究橄榄油特征指标—实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值(Δ ECN42)的测定方法^[3],为我国制定相应国家标准方法提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

特级初榨橄榄油 1 号、特级初榨橄榄油 2 号、精炼橄榄油、混合橄榄油、橄榄果渣油:取自西班牙;大豆油、玉米油、葵花籽油:市售。

洗脱液,石油醚/乙醚 87/13(V/V),其中石油醚、乙醚均为分析纯;异辛烷、丙酮、乙腈,均为色谱

收稿日期:2015-12-19

作者简介:张冰,男,1988 年出生,研究实习员。

通讯作者:张蕊,女,1975 年出生,副研究员。

纯;硅胶,70~230 目;0.45 μm 尼龙过滤膜。

1.2 主要仪器

玻璃色谱柱(内径 21 mm,长 450 mm);旋转蒸发仪:瑞士步琪有限公司;电子天平(精度 0.001 g):瑞士梅特勒—托利多公司;1100 系列高效液相色谱仪(配示差折光检测器):美国安捷伦公司;6 890 N 气相色谱仪:美国安捷伦公司。

1.3 试验方法

1.3.1 样品制备

制备硅胶柱:将 25 g 硅胶加入到 80 mL 洗脱液中制成悬浮液,倒入玻璃色谱柱中,通过敲打使硅胶沉降均匀,放出多余溶剂,溶剂液面略高于硅胶层。

油样洗脱:准确称取 2.5 ± 0.1 g 油样于 50 mL 容量瓶中,用洗脱液定容至刻度。用移液管移取 20 mL 油样溶液,缓慢转移至硅胶柱中,用 150 mL 洗脱液进行色谱柱洗脱,流速约 2 mL/min,整个洗脱时间约需 60~70 min。用旋转蒸发器浓缩收集的馏出液,除去溶剂。所得试样用于高效液相色谱和气相色谱分析。

特级初榨橄榄油、中级初榨橄榄油、精炼橄榄油和混合橄榄油的样品回收率应至少 90%,初榨油橄榄灯油和橄榄果渣油的样品回收率应至少 80%。

1.3.2 实际 ECN42 甘油酯含量测定

准确称取 0.5 ± 0.001 g 试样(1.3.1)于 10 mL 容量瓶中,用丙酮稀释定容至刻度,制备成 5% 样品溶液,经 0.45 μm 滤膜过滤用于液相分析。

液相分析条件:色谱柱:Merck Lichrospher © 100 RP-18(250 mm×4 mm,5 μm);示差折光检测器;柱温 38℃;流动相:丙酮/乙腈(50:50,V/V);流速:1.5 mL/min;进样量:10 μL;洗脱时间:60 min。

1.3.3 脂肪酸组成的测定

依据 GB/T 17376—2008《动植物油脂 脂肪酸甲酯制备》^[4]进行甲酯化,依据 GB/T 17377—2008《动植物油脂 脂肪酸甲酯的气相色谱分析》进行脂肪酸组成分析。

气相分析条件:VF-23 毛细管色谱柱(30 m 0.25 mm×0.25 μm),FID 检测器;柱温:初始温度 110℃,持续 3 min,以 4℃/min 程序升温至 220℃,保持 20 min;检测器温度:260℃;进样口温度:260℃;载气为氮气,进样量 1 μL。

1.3.4 计算 ECN42 甘油酯含量的理论值

等效碳数(ECN)定义为 $ECN = CN - 2n$,其中 CN 为脂肪酸碳数,n 为脂肪酸双键数。例:油酸的 $ECN = 18 - 2 \times 1 = 16$ 。常见 C16 和 C18 脂肪酸的等效碳数(ECN)见表 2。甘油酯分子 ECN 则为所包

含脂肪酸 ECN 的总和。例:甘油酯分子结构为 OLLn,则其 $ECN = 16 + 14 + 12 = 42$ 。

表 2 常见 C16 和 C18 脂肪酸的等效碳数(ECN)

脂肪酸(FA)	缩写	分子量(MW)	ECN
棕榈酸	P	256.4	16
棕榈油酸	Po	254.4	14
硬脂酸	S	284.5	18
油酸	O	282.5	16
亚油酸	L	280.4	14
亚麻酸	Ln	278.4	12

根据 Vander Wal 提出的 1,3-随机,2-随机学说^[5],由脂肪酸组成计算油样中 ECN42 甘油酯含量的理论值。橄榄油主要脂肪酸为 C16 和 C18 脂肪酸,因此在计算 ECN42 甘油酯含量的理论值时,只考虑 C16 和 C18 脂肪酸。具体橄榄油中 ECN42 理论值按下面步骤进行计算。

1.3.4.1 将脂肪酸的面积百分含量转换为物质的量

$$\left. \begin{aligned} n_P &= \frac{A_P \%}{MW_P} & n_S &= \frac{A_S \%}{MW_S} & n_{Po} &= \frac{A_{Po} \%}{MW_{Po}} \\ n_O &= \frac{A_O \%}{MW_O} & n_L &= \frac{A_L \%}{MW_L} & n_{Ln} &= \frac{A_{Ln} \%}{MW_{Ln}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中:n 表示脂肪酸物质的量;A% 表示脂肪酸的面积百分比;MW 表示脂肪酸的分子量;下标分别代表不同的脂肪酸。

1.3.4.2 脂肪酸物质的量归一化为 100%

$$\left. \begin{aligned} n\%_{P(1,2,3)} &= \frac{n_P \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \\ n\%_{S(1,2,3)} &= \frac{n_S \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \\ n\%_{Po(1,2,3)} &= \frac{n_{Po} \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \\ n\%_{O(1,2,3)} &= \frac{n_O \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \\ n\%_{L(1,2,3)} &= \frac{n_L \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \\ n\%_{Ln(1,2,3)} &= \frac{n_{Ln} \times 100}{n_{(P+S+Po+O+L+Ln)}} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

上述结果为每种脂肪酸占甘油酯(1,2,3-位)总的摩尔百分含量。

按下列公式计算不饱和脂肪酸(UFA)Po、O、L 和 Ln 的摩尔百分含量总和及饱和脂肪酸(SFA)P 和 S 的摩尔百分含量总和:

$$\left. \begin{aligned} n\%_{UFA} &= 100 - n\%_{SFA} \\ n\%_{SFA} &= n\%_P + n\%_S \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

1.3.4.3 计算脂肪酸在甘油酯 Sn-2 和 Sn-1,3 位摩尔百分含量

脂肪酸在甘油酯 Sn-1 和 Sn-3 位上分布相

同;在 Sn-2 位上,饱和脂肪酸(P 和 S)和不饱和脂肪酸(Po,O,L 和 Ln)分布系数不同。

(1)饱和脂肪酸[P(2)和 S(2)]在 Sn-2 位摩尔百分含量

$$\left. \begin{aligned} n\%_{P(2)} &= n\%_{P(1,2,3)} \times 0.06 \\ n\%_{S(2)} &= n\%_{S(1,2,3)} \times 0.06 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

(2)不饱和脂肪酸[Po(2)、O(2)、L(2)和 Ln(2)]在 Sn-2 位摩尔百分含量

$$\left. \begin{aligned} n\%_{Po(2)} &= \frac{n\%_{Po(1,2,3)}}{n\%_{UFA}} \times (100 - n\%_{P(2)} - n\%_{S(2)}) \\ n\%_{O(2)} &= \frac{n\%_{O(1,2,3)}}{n\%_{UFA}} \times (100 - n\%_{P(2)} - n\%_{S(2)}) \\ n\%_{L(2)} &= \frac{n\%_{L(1,2,3)}}{n\%_{UFA}} \times (100 - n\%_{P(2)} - n\%_{S(2)}) \\ n\%_{Ln(2)} &= \frac{n\%_{Ln(1,2,3)}}{n\%_{UFA}} \times (100 - n\%_{P(2)} - n\%_{S(2)}) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(3)脂肪酸[P(1,3)、S(1,3)、Po(1,3)、O(1,3)、L(1,3)和 Ln(1,3)]在 Sn-1,3 位摩尔百分含量:

$$\left. \begin{aligned} n\%_{P(1,3)} &= \frac{n\%_{P(1,2,3)} - n\%_{P(2)}}{2} + n\%_{P(1,2,3)} \\ n\%_{S(1,3)} &= \frac{n\%_{S(1,2,3)} - n\%_{S(2)}}{2} + n\%_{S(1,2,3)} \\ n\%_{Po(1,3)} &= \frac{n\%_{Po(1,2,3)} - n\%_{Po(2)}}{2} + n\%_{Po(1,2,3)} \\ n\%_{O(1,3)} &= \frac{n\%_{O(1,2,3)} - n\%_{O(2)}}{2} + n\%_{O(1,2,3)} \\ n\%_{L(1,3)} &= \frac{n\%_{L(1,2,3)} - n\%_{L(2)}}{2} + n\%_{L(1,2,3)} \\ n\%_{Ln(1,3)} &= \frac{n\%_{Ln(1,2,3)} - n\%_{Ln(2)}}{2} + n\%_{Ln(1,2,3)} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

1.3.4.4 计算甘三酯含量

(1)只含一种脂肪酸的甘三酯(AAA,即,LLL, PoPoPo)

$$n\%_{AAA} = \frac{n\%_{A(1,3)} \times n\%_{A(2)} \times n\%_{A(1,3)}}{10\,000} \quad (7)$$

(2)含有两种脂肪酸的甘三酯(AAB,即,PoLL、SLnLn、PoPoL)

$$\left. \begin{aligned} n\%_{AAB} &= \frac{n\%_{A(1,3)} \times n\%_{A(2)} \times n\%_{B(1,3)} \times 2}{10\,000} \\ n\%_{ABA} &= \frac{n\%_{A(1,3)} \times n\%_{B(2)} \times n\%_{A(1,3)}}{10\,000} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

(3)含有三种脂肪酸的甘三酯(ABC,即,OLLn, PLLn, PoOLn, PPOLn)

$$\left. \begin{aligned} n\%_{ABC} &= \frac{n\%_{A(1,3)} \times n\%_{B(2)} \times n\%_{C(1,3)} \times 2}{10\,000} \\ n\%_{BCA} &= \frac{n\%_{B(1,3)} \times n\%_{C(2)} \times n\%_{A(1,3)} \times 2}{10\,000} \\ n\%_{CAB} &= \frac{n\%_{C(1,3)} \times n\%_{A(2)} \times n\%_{B(1,3)} \times 2}{10\,000} \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

依据公式7,8和9进行计算的9部分ECN42甘三酯含量加和,即为橄榄油中甘三酯ECN42含量的理论值。

2 结果与分析

2.1 测定实际ECN42甘三酯含量的液相色谱条件优化

2.1.1 流动相比比例优化

实验中采用丙酮和乙腈作为流动相,考察不同比例丙酮/乙腈(40:60、50:50、55:45)对油样甘三酯分离和峰形的影响。从图1中可以看出,随着丙酮比例增加,分析时间变短,分离度变差,峰形变尖锐。因此,综合考虑流动相比比例最终选择50:50(V/V),这样既能保证满足所需要的分离度,同时又缩

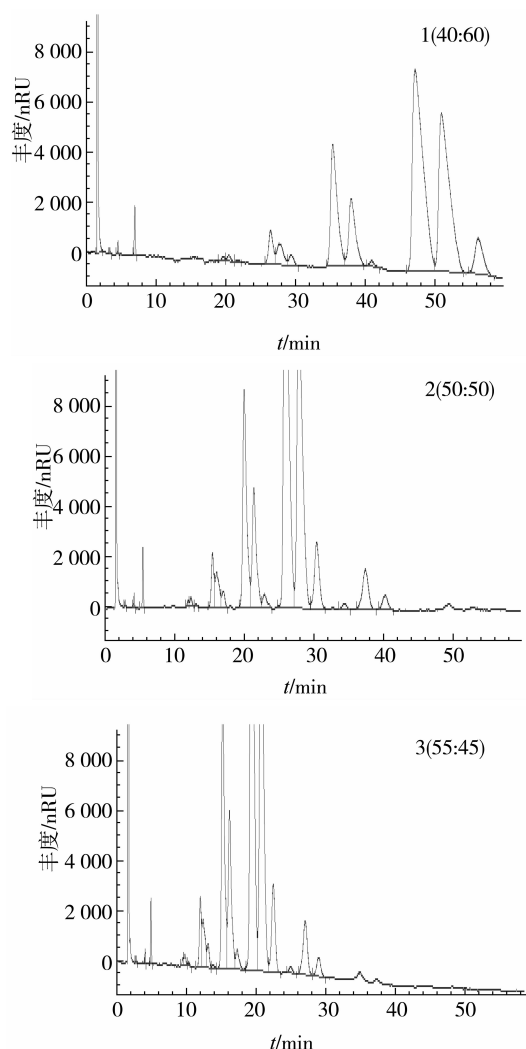


图1 不同比例丙酮/乙腈对甘三酯分离的影响

短分析时间,峰形较好。(图1中1、2、3中不同配比流动相下甘三酯的分离时间分别为70、52、38 min)

2.1.2 流速的选择

以50:50(V/V)丙酮/乙腈混合物为流动相,实验中考察不同流速(1.2、1.5和1.8 mL/min)对特级初榨橄榄油甘三酯分离的影响。从图2可以看出不同流速条件下,分离度和峰形均较好,并且随着流速增加,分析时间缩短。考虑到1.8 mL/min对系统造成压力较大,长期使用会对液相色谱仪和色谱柱产生不利影响,因此最终流动相流速设为1.5 mL/min。(图2中1、2、3中不同流速下甘三酯的分离时间分别为55、52、42 min)

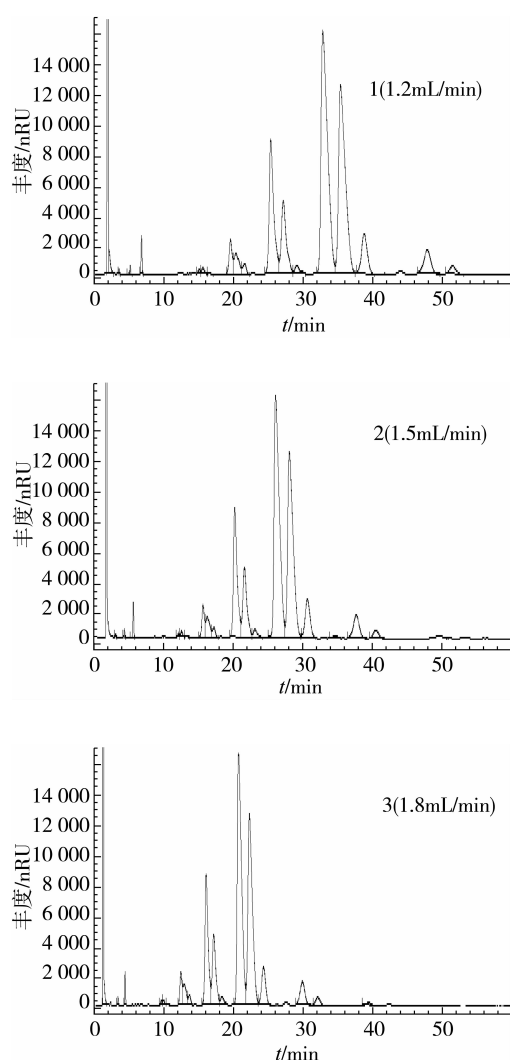


图2 不同流速对甘三酯分离的影响

2.1.3 柱温的选择

在丙酮/乙腈(50:50)混合物为流动相,流速为1.5 mL/min条件下,比较35、38^[6]和42℃不同的柱温对甘三酯组成的分离效果,见图3。结果表明:随着温度升高,分离时间相应缩短,但分离度变差。因此,综合考虑选择色谱柱温度为38℃。(图3中1、

2、3中不同柱温下甘三酯的分离时间分别为55、50、48 min)

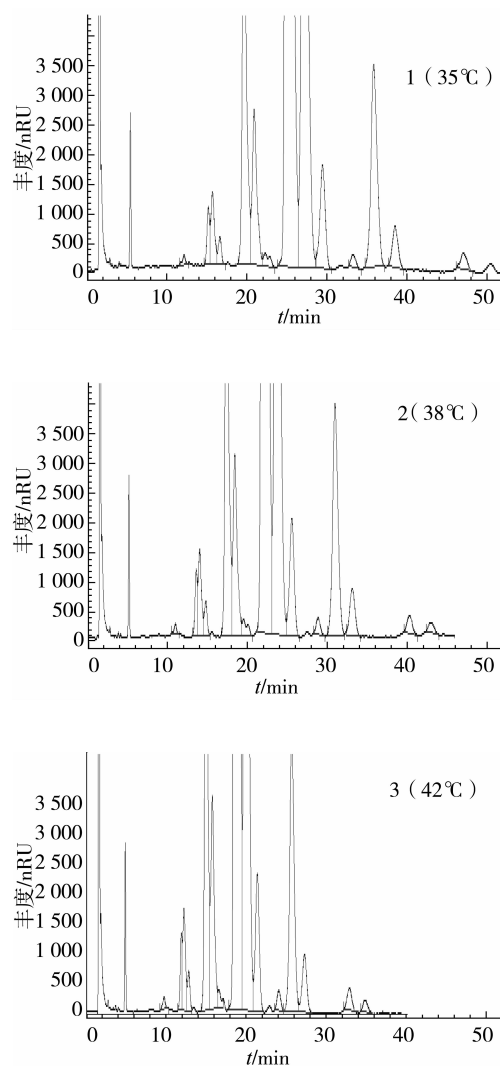
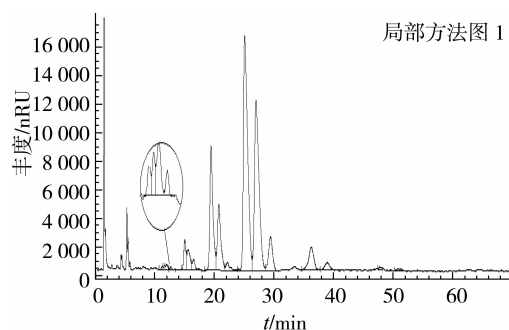


图3 不同柱温对甘三酯分离的影响

2.2 前处理对实际 ECN42 甘三酯含量测定的影响

橄榄油中除甘三酯外,还含有游离脂肪酸、甘一酯、甘二酯、角鲨烯、多酚等微量成分。这些物质有可能会引起 ECN42 含量增加,最终引起假阳性结果。从图4中可以看到,未经洗脱的样品,ECN42 组分之前有一杂峰,影响 ECN42 组分的定量。



局部方法图1

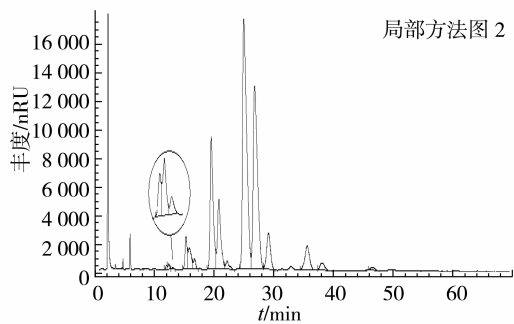


图4 样品处理前后的两个色谱图对比

1. 处理前的 ECN42 液相色谱图 2. 处理后的 ECN42 液相色谱图

以精炼橄榄油为例,表3中列出了精炼橄榄油未经洗脱时和洗脱后时的实际 ECN42 含量和 Δ ECN42 数值,可以看出由于未洗脱样品中 ECN42 前的杂峰影响,导致未洗脱样品的 ECN42 数值比洗脱后样品的 ECN42 数值略大,此时计算得到的 Δ ECN42 超过 GB 23347—2009《橄榄油、油橄榄果渣油》中精炼橄榄油规定的 Δ ECN42 值(0.3),容易误判为油橄榄果渣油。因此,为了避免假阳性结果出现,在测定实际 ECN42 含量时样品需经色谱柱洗脱,进行纯化。

表3 洗脱前后精炼橄榄油的实际 ECN42 含量和 Δ ECN42 结果数值比较

编号	未经洗脱样品		洗脱后样品	
	实际 ECN42 含量/%	Δ ECN42	实际 ECN42 含量/%	洗脱后 Δ ECN42
1	1.002	0.379	0.909	0.282
2	0.987	0.364	0.892	0.265
3	0.992	0.369	0.913	0.286
4	1.011	0.388	0.901	0.274
平均值	0.998	0.375	0.904	0.277
RSD%	1.070	2.850	1.028	3.353

2.3 实际 ECN42 甘三酯的定性及定量

在液相色谱条件下,甘三酯的流出顺序由甘三酯分子等效碳数(ECN)决定。相同 ECN 甘三酯保留时间接近,不同 ECN 甘三酯保留时间差距较大,随甘三酯 ECN 增加,保留时间延长。实际样品甘三酯色谱峰的定性是通过与豆油/纯橄榄油(30/70)混合物色谱图对照进行定性分析。图5中分别标出 ECN42、ECN44、ECN46、ECN48、ECN50 和 ECN52 组分。橄榄油中 ECN42 组分通常为三个峰,主要包含 LLL + PoLL、OLLn + PoOLn、PLLn,见图6。

实验中采用面积归一化法进行定量。假定 ECN42 到 ECN52 的所有甘三酯峰面积总和为 100%。按下列公式计算 ECN42 甘三酯的相对百分含量(X_{ECN42}):

$$X_{ECN42} \% = \frac{A_{ECN42} \times 100}{\sum A} \tag{10}$$

式中: A_{ECN42} — ECN42 甘三酯的峰面积; $\sum A$ — ECN42 到 ECN52 所有甘三酯峰面积的总和。

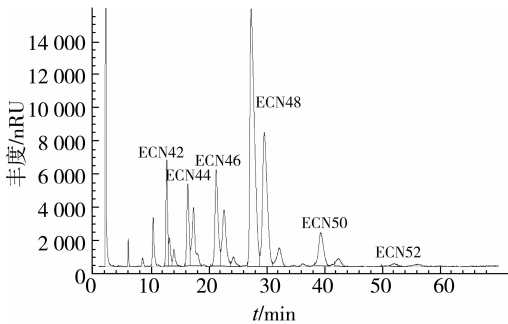


图5 豆油/纯橄榄油(30/70)混合物甘三酯组成液相色谱图

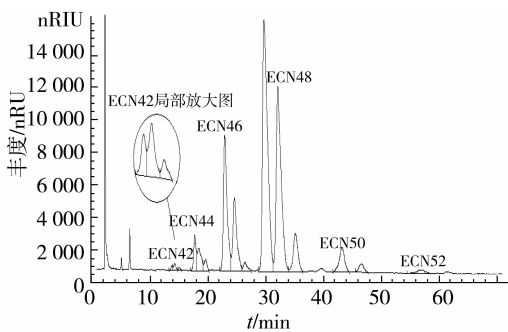


图6 特级初榨橄榄油甘三酯组成液相色谱图

2.4 计算实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值 (Δ ECN42)

以特级初榨橄榄油 2#为例,计算实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值(Δ ECN42)。

样品首先依据 1.3.1 进行前处理,然后依据 1.3.2 测定特级初榨橄榄油 2#的实际 ECN42 甘三酯含量, $ECN42_{实际}$ 为 0.231。再依据 1.3.3 测定特级初榨橄榄油的脂肪酸组成,数据见表4。将表4 数据按照 1.3.4 计算得 $ECN42_{理论}$ 为 0.226。 Δ ECN42 = $|0.231 - 0.226| = 0.005$ 。

表4 特级初榨橄榄油 2#的脂肪酸组成

脂肪酸	含量/%
C16:0	10.730
C16:1	0.832
C18:0	3.453
C18:1	77.398
C18:2	4.828
C18:3	0.643

2.5 方法的精密度试验

2.5.1 方法的重复性

实验中分别对 2 个样品(特级初榨橄榄油、掺 30% 葵花籽油的特级初榨橄榄油)进行 Δ ECN42 测

定。每个样品取 5 份,分别通过柱色谱洗脱,收集洗脱馏分进行气相色谱分析和液相色谱分析。求得 5 次结果的相对标准偏差 RSD,结果见表 5。

从表 5 可以看出, $\Delta\text{ECN}42$ 较低时,RSD 偏大 (68.0%), $\Delta\text{ECN}42$ 较高时,重复性良好 (0.693%)。分析原因,特级初榨橄榄油 ECN42 甘三酯含量低,使用的液相示差检测器易受环境温度影响,因此造成 $\Delta\text{ECN}42$ 较低时,RSD 偏大,但在 IOC 方法允许范围内。

表 5 $\Delta\text{ECN}42$ 测定重复性研究

重复 次数	特级初榨橄榄油			掺 30% 葵花籽油的 特级初榨橄榄油		
	理论 ECN42	实际 ECN42	$\Delta\text{ECN}42$	理论 ECN42	实际 ECN42	$\Delta\text{ECN}42$
1	0.219	0.209	0.010	3.104	8.03	4.926
2	0.216	0.225	0.009	3.097	8.099	5.002
3	0.216	0.249	0.033	3.112	8.044	4.932
4	0.214	0.257	0.043	3.113	8.067	4.954
5	0.216	0.232	0.016	3.111	8.027	4.916
RSD/%	0.827	8.160	68.0	0.219	0.372	0.693

2.5.2 再现性试验

实验中选取 4 个 $\Delta\text{ECN}42$ 含量不同水平油脂样品,邀请了 5 家实验室,测定实际与理论 ECN42 甘三酯含量差值 ($\Delta\text{ECN}42$),每家实验室每个样品重复测定 5 次。通过数理统计,剔除异常值后,计算不同水平样品 $\Delta\text{ECN}42$ 含量的再现性标准偏差,结果见表 6。 $\Delta\text{ECN}42$ 含量总体再现性良好。

表 6 各样品 $\Delta\text{ECN}42$ 的 m, s_R 值

样品 j	实验室数 (p)/个	平均值 (m)/%	再现性标准偏差 (S_R)
1	6	0.03	0.02
2	4	0.22	0.08
3	4	0.68	0.10
4	5	1.40	0.11

2.6 实际样品 $\Delta\text{ECN}42$ 的测定及其应用

实验中,对特级初榨橄榄油 1 号和 2 号、精炼橄榄油、特级初榨橄榄油掺 5% 大豆油、特级初榨橄榄油掺 5% 葵花籽油、精炼橄榄油掺 5% 大豆油、精炼橄榄油掺 5% 葵花籽油共 7 个实际样品,进行实际

与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值 ($\Delta\text{ECN}42$) 的测定。以上 7 个样品的 $\Delta\text{ECN}42$ 计算结果见表 7。从表 7 可以看出,特级初榨橄榄油 1 号和 2 号、精炼橄榄油 3 个样品的 $\Delta\text{ECN}42$ 均小于 GB 23347—2009《橄榄油、油橄榄果渣油》相应规定。而不同等级的橄榄油:特级初榨橄榄油和精炼橄榄油,加入 5% 高亚油酸的籽油后 $\Delta\text{ECN}42$ 远大于标准中规定的最大差值 0.2、0.3。因此,测定 $\Delta\text{ECN}42$ 是一个很好鉴别橄榄油中是否掺有籽油的方法。

表 7 不同样品的 $\Delta\text{ECN}42$ 值

编号	测定样品	$\Delta\text{ECN}42$
1	特级初榨橄榄油 1 号	0.05
2	特级初榨橄榄油 2 号	0.01
3	精炼橄榄油	0.23
4	特级初榨橄榄油掺 5% 大豆油	1.03
5	特级初榨橄榄油掺 5% 葵花籽油	1.33
5	精炼橄榄油掺 5% 大豆油	1.27
7	精炼橄榄油掺 5% 葵花籽油	1.50

3 结论

本实验建立了一种基于气相色谱和液相色谱技术的橄榄油实际与理论 ECN42 甘三酯含量绝对差值 ($\Delta\text{ECN}42$) 的测定方法,该方法的重复性和再现性良好,能够满足实际橄榄油样品 $\Delta\text{ECN}42$ 的测定,为我国制定相应国家标准方法提供了依据。同时,该方法可应用于橄榄油是否掺有籽油的鉴别,具有现实意义。

参考文献:

[1] 张欣,于瑞祥,方晓明,等. 橄榄油掺假检测技术的研究进展[J]. 中国油脂,2013,38(3):67-71.
[2] GB/T 23347—2009,橄榄油、油橄榄果渣油[S].
[3] IOOC, COI/T. 20/Doc. No 20/Rev. 3 2010, Determination of The Different Between Actual and Theoretical Content of Triacylglycerols with ECN42[S].
[4] GB/T 17376—2008,动植物油脂 脂肪酸甲酯制备[S].
[5] 丁冬有,毕艳兰,杨国龙. 计算机技术在甘三酯组分含量计算中的应用[J]. 中国粮油学报,2007,22(4):133-136.
[6] Christopoulou E, Lazaraki M, Komaitis M, Kaselimis K. Effectiveness of determinations of fatty acids and triglycerides for the detection of adulteration of olive oils with vegetable oils[J]. Food Chemistry, 2004,84:463-474. ㉞