

# 邻氨基苯酚衍生气相色谱 - 质谱分析 不饱和脂肪酸

邹耀洪

(常熟理工学院化学系, 江苏 常熟 215500)

**摘 要:** 以邻氨基苯酚为脂肪酸的衍生化试剂, 柱前衍生气相色谱-EI 质谱分析不饱和脂肪酸, 邻氨基苯酚将不饱和脂肪酸羧基化学修饰成含氮杂环, 从而避免了链烯基中碳碳双键在 EI 源中的移动, 并使质谱呈现显示双键位置的规范信息。通过解析不饱和脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱图, 得到了不饱和脂肪酸中碳碳双键的定位规则, 从而为分析不饱和脂肪酸精细结构提供了手段。用脂肪酸邻氨基苯酚衍生气相色谱-EI 质谱法分析了葵子油脂肪酸, 鉴定出 2 种不饱和脂肪酸, 确定了脂肪酸中碳碳双键的位置, 结果与文献一致。

**关键词:** 不饱和脂肪酸; 双键位置; 邻氨基苯酚; 衍生化; EI 质谱

## Analysis of Unsaturated Fatty Acids by Gas Chromatography-Mass Spectrometry with Ortho-Aminophenol Pre-Column Derivatization

ZOU Yao-hong

(Department of Chemistry, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, China)

**Abstract:** A gas chromatography-electron impact mass spectrometric (GC-EIMS) method was developed for analyzing the unsaturated fatty acids, while ortho-aminophenol was used for the pre-column derivatization reagent of unsaturated fatty acids so as to modify carboxyl group into nitrogen-containing heterocycle which effectively suppressed the migration of double bonds of the alkenyl under the electron impact source and led to regular informative mass spectra regarding the position of the olefinic bonds in the chain. The empirical rule in which the position of double bonds of olefinic acids was located was referred to by analyzing electron impact spectra of the derivatives of the fatty acids modified by ortho-aminophenol reagent. This method

收稿日期: 2006-02-14

作者简介: 邹耀洪(1948-), 男, 教授, 主要从事物理化学教学和天然产物活性因子分析研究。

半抗原不能与其抗体形成大分子免疫复合物。半抗原本身与抗体形成的小分子免疫复合物难以用常规的方法进行检测, 所以检测抗半抗原抗体时还必须用半抗原一载体才能保证形成大分子免疫复合物, OVA 和 BSA 之间无共同的抗原性, 不会发生交叉反应, 因此通常被选用为检测抗原的载体<sup>[6]</sup>。在本实验中, 作者选用 BSA 作免疫载体, 选用 OVA 作检测抗原的载体, 检测到了兔血清中含有特异性 MPA 抗体, 证明本实验设计和免疫方案是成功的。

在本实验中, 用间接鉴定 MPA-BSA 免疫新西兰兔制备出的抗血清, 抗血清效价达到  $1.28 \times 10^6$ , 采用竞争 ELISA 测定 MPA 的线性范围为  $2.5 \sim 50 \mu\text{g/ml}$ , 最低检测极限为  $1.8 \mu\text{g/ml}$ , 说明抗原合成及动物免疫过程是

成功的。

### 参考文献:

- [1] 刘卓宝, 洪琪, 顾祖维. 醋酸甲羟孕酮使欧洲再陷食品安全危机[J]. 环境与职业医学, 2002, 19(5): 280.
- [2] 洪孝庄, 孙曼芳. 蛋白质连接技术[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1993: 52-56.
- [3] HARLOW E, LANE D. Antibodies: a laboratory manual[M]. New York: Cold Spring Harbor, 1998.
- [4] 杨立国, 胡少永, 魏平华, 等. 酶免疫测定技术[M]. 南京: 南京大学出版社, 1998: 189-284.
- [5] COLLINS W P, HENNAM J F. Molec cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4[J]. Aspects Med, 1976(1): 27.
- [6] 朱剑锋, 邓芳, 陈常庆, 等. 抗 FMOC-苯丙氨酰氨基己酸的单克隆抗体的制备[J]. 细胞与分子免疫学杂志, 1997, 13(1): 34-38.

provides a new technical tool for analyzing the fine structure of unsaturated fatty acids. Ortho-aminophenol is used as derivatization reagent to the fatty acids and 2 unsaturated fatty acids in sunflower oil are identified according to the analysis of GC-EIMS. The position of double bonds of the unsaturated fatty acids from sunflower oil is located and the results are in good agreement with bibliography.

**Key words** unsaturated fatty acids; position of double bond; ortho-aminophenol; derivatization; electron impact mass spectrometry

中图分类号: TS201.22

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2007)03-0277-05

分析食品、保健品、天然产物中的不饱和脂肪酸的精细结构是食品科学和天然产物化学的重要内容,一般可用甲酯化 GC 分析,但对一些缺乏标准品的不饱和脂肪酸则无法确定其碳碳双键的位置。分析脂肪酸也常用甲酯化 GC-EIMS 法,但不饱和脂肪酸甲酯在 EIMS 条件下,一般给出电荷定域在碳碳双键位置的离子,当双键上无多取代基或不与其它双键共轭时,中间烯因重排使双键位置发生移动,致使双键位置难以正确定位<sup>[1-2]</sup>。本文用标准品 9-十六碳烯酸(碳碳双键  $C_9$  和  $C_{10}$  之间)甲酯化后进行了 GC-EIMS 测试,图 1 为 9-十六碳烯酸甲酯的 EIMS 图,图中基峰  $m/z$  74 是羧基  $\gamma$ H 的 McLafferty 重排裂解峰, $m/z$  268 是分子离子峰, $m/z$  237 是  $M-OCH_3$  离子峰。 $m/z$  87 ( $C_3$ )、101 ( $C_4$ )、115 ( $C_5$ )、129 ( $C_6$ )、143 ( $C_7$ )、157 ( $C_8$ )、171 ( $C_9$ )、185 ( $C_{10}$ )、197 ( $C_{11}$ )、211 ( $C_{12}$ )、225 ( $C_{13}$ )、239 ( $C_{14}$ )、253 ( $C_{15}$ ) 是碳-碳  $\sigma$  键断裂生成的含氧碎片峰,上述碎片峰  $m/z$  间距除  $m/z$  185 ( $C_{10}$ ) 与  $m/z$  197 ( $C_{11}$ ) 为 12 外,其余皆为 14,如由此判定  $C_{10}$  和  $C_{11}$  间有一碳碳双键,显然是错误的。故脂肪酸甲酯化 GC-EIMS 法不能正确给出脂肪酸中碳碳双键的位置。

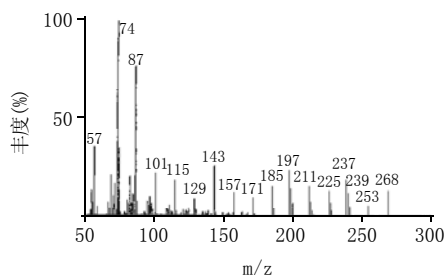


图 1 9-十六碳烯酸甲酯的质谱图

Fig.1 Mass spectrum of 9-hexadecenoic acid methyl ester

由于在电子轰击质谱中,分子离子化时电荷位置优先发生在电离电位低的电子上<sup>[3]</sup>,故选择适当的化学试剂对脂肪酸进行衍生化,把羧基修改为比碳碳双键中  $\pi$  电子电离电位低的含有未成键电子的 N 或 O、S 等杂原子基团,使在 EI 源中给出电荷定域在杂原子而不是双键位置的离子,从而可避免中间烯因重排使双键移动。由于 N 原子的未成键电子的电离电位比 O、S 的低<sup>[3]</sup>,故本文选择了含有 1 个 N 原子的氨基和一个邻位羟基的化合物——邻氨基苯酚作为脂肪酸的衍生化试剂,其可将

脂肪酸转化为具有含 N 杂环的苯并噁唑衍生物,达到避免在 EI 源中链烯基中双键的移动。本文选择了几种不同类型的单不饱和脂肪酸和多不饱和脂肪酸标准品,用邻氨基苯酚对其进行衍生化,并进行了 GC-EIMS 测试,通过解析 EI 质谱,得到了确定不饱和脂肪酸中碳碳双键位置的规则,从而可以正确分析脂肪酸的精细结构。

## 1 材料与方法

### 1.1 仪器与试剂

2010 型气相色谱-质谱联用仪 日本岛津公司。

邻氨基苯酚 美国 Aldrich 公司。9-十六碳烯酸、9-十八碳烯酸、6-十八碳烯酸、9,12-十八碳二烯酸、9,12,15-十八碳三烯酸、5,11,14-二十碳三烯酸、5,8,11,14-二十碳四烯酸、4,7,10,13,16,19-二十二碳六烯酸 美国 Sigma 公司; 葵子油 江苏金太阳油脂有限公司; 其余试剂皆为分析纯。

### 1.2 脂肪酸的衍生化

试验了反应温度、反应时间、邻氨基苯酚用量对脂肪酸衍生化转化率的影响,得到了脂肪酸邻氨基苯酚衍生化的优化反应条件,结果表明充氮气保护下,在 180℃,邻氨基苯酚与脂肪酸的摩尔数之比为 (3~4):1 时,反应 1.5 h,衍生化转化率可达 95%。

取不饱和脂肪酸标准品 50 mg 于具塞试管中,加入 100 mg 邻氨基苯酚,充满氮气后旋紧试管塞,在 180℃ 液态石蜡浴中反应 1.5 h,冷却后水洗去杂,加入 3 ml  $CHCl_3$ ,振摇 1 min,再加入 5 ml 蒸馏水,放置分层后取  $CHCl_3$  液层于 10 ml 具塞试管中,加入少许无水硫酸钠,充氮气 0℃ 以下保存,及时在 GC-EIMS 联用仪上进行 EIMS 测定。

### 1.3 质谱条件

电离方式 EI, 电子能量 70 eV, 离子源温度 230℃, 发射电流 0.25 mA, 电子倍增器电压 2.2 kV, 扫描范围  $m/z$ : 120~420。

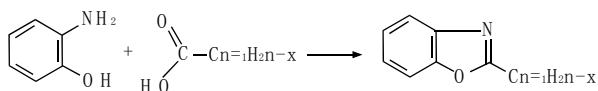
### 1.4 气相色谱条件

石英毛细管色谱柱 FFAP30m  $\times$  0.25 mm  $\times$  0.25  $\mu$ m; 载气为氮气, 流速 1 ml/min; 分流比 1:50; 进样量 1  $\mu$ l; 进样口温度 260℃; 柱初温为 200℃ (保持 2 min), 以 5℃/min 速率升温至 270℃ (保持 18 min)。气相色谱-质谱联用

时, GC-MS 接口温度为 280℃。

## 2 结果与分析

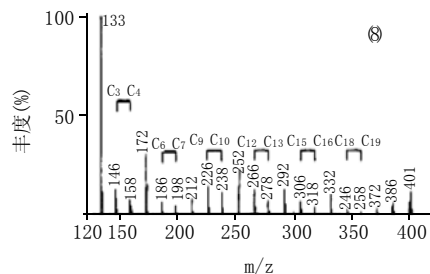
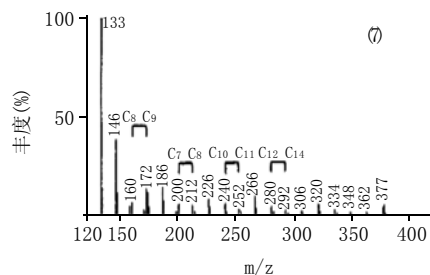
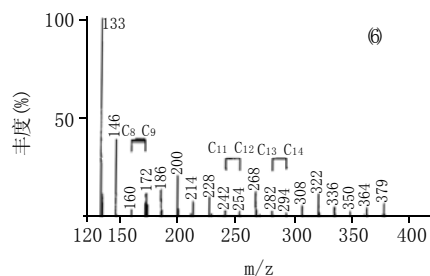
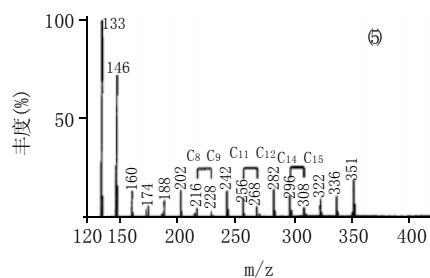
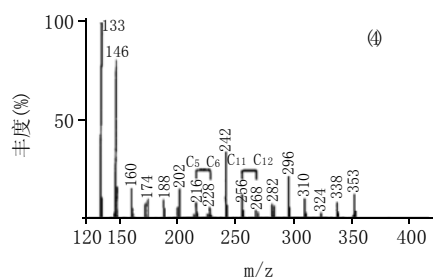
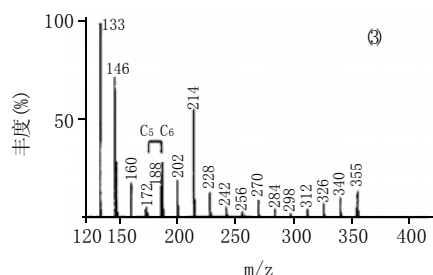
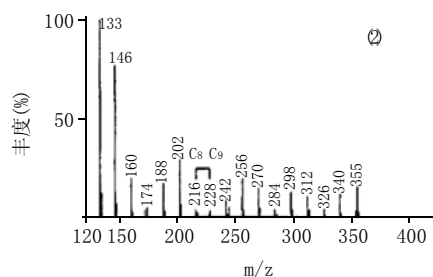
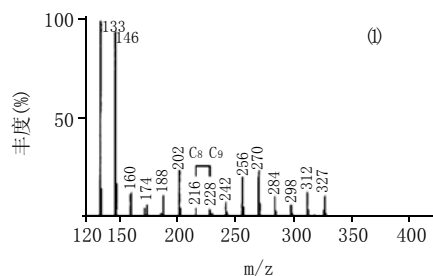
2.1 不饱和脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱解析  
邻氨基苯酚将不饱和脂肪酸衍生化为 2-烯基苯并噻唑<sup>[4]</sup>。



n-脂肪酸中的C原子数目  $x=1, 3, 5, \dots$

图 2 为不饱和脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱图。

含氮杂环提高了电荷的稳定性, 使在 EI 源中给出电荷定域在含氮杂环的氮原子上而不是双键位置上的离子, 抑制了脂肪链中碳碳双键的移动, 通过连续的自



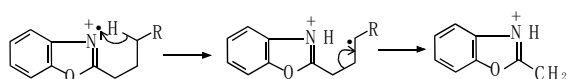
(1). 9-十六碳烯酸(9-Hexadecenoic acid); (2). 9-十八碳烯酸(9-Octadecenoic acid); (3). 6-十八碳烯酸(6-Octadecenoic acid); (4). 9,12-十八碳二烯酸(9,12-Linolenic acid); (5). 9,12,15-十八碳三烯酸(9,12,15-Linolenic acid); (6). 5,11,14-二十碳三烯酸(5,11,14-Eicosatrienoic acid); (7). 5,8,11,14-二十碳四烯酸(5,8,11,14-Arachidonic acid); (8). 4,7,10,13,16,19-二十二碳六烯酸(4,7,10,13,16,19-Docosahexenoic acid)。

图 2 不饱和脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物质谱图

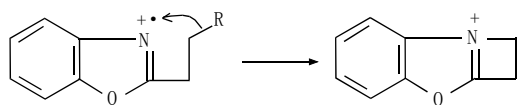
Fig.2 Mass spectrum of derivatives of unsaturated fatty acids modified by ortho-aminophenol

由基引发 C-C 均裂反应产生系列碎片离子, 得到了易辨认的显示双键位置信息的质谱。解析 EI 质谱, 有以下六类离子峰:

(1) 基峰:  $m/z$  133, 由 2-烯基苯并噻唑重排产生。



(2) 第二大峰:  $m/z$  146, 由 2-烯基苯并噁唑经环化反应生成。



(3)  $m/z$  间距相差 15 的与分子离子峰相邻的碎片离子峰, 相当于丢失甲基  $-CH_3$ 。

(4)  $m/z$  间距相差 14 的碎片离子峰, 相当于丢失亚甲基  $-CH_2-$ 。

(5)  $m/z$  间距相差 12 的碎片离子峰, 相当于丢失 C 原子, 即包含  $n-1$  和  $n$  碳原子的碎片离子峰的  $m/z$  间距为 12 时, 则碳碳双键位于  $C_n$  和  $C_{n+1}$  之间。设想  $C_n$  和  $C_{n+1}$  间的双键断裂之前,  $C_n$  上一个 H 转移到  $C_{n+1}$  上, 碳碳双键断裂时则丢失亚甲基  $-CH_2-$ , 即包含  $n$  和  $n+1$  碳原子的碎片离子峰的  $m/z$  间距也是 14, 但再脱掉  $C_n$  时只丢失 1 个 C 原子, 故包含  $n-1$  和  $n$  碳原子的碎片离子峰的  $m/z$  间距为 12。

(6) 对单不饱和脂肪酸, 如包含  $n-1$  和  $n$  碳原子的碎片离子峰不够丰富, 或很难区别碎片离子峰的  $m/z$  间距是 12 或 14 时, 但有包含  $n-2$  和  $n+2$  碳原子的碎片离子强峰, 则  $C_n \sim C_{n+1}$  处存在碳碳双键。这是由于烯丙基型裂解形成稳定的烯丙基型正离子, 从而在碳碳双键两侧出现了包含  $n-2$  和  $n+2$  碳原子的两个强峰。

图 2(4) 为 9, 12-十八碳二烯酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱图。其中  $m/z$  133, 146 分别为基峰和第二大峰; 分子离子峰  $m/z$  353 ( $C_{18}$ ) 和相邻碎片离子峰  $m/z$  338 ( $C_{17}$ ) 相差 15, 则示丢失  $-CH_3$ ; 相邻碎片离子峰  $m/z$  338 ( $C_{17}$ ) 和 324 ( $C_{16}$ ), 324 ( $C_{16}$ ) 和 310 ( $C_{15}$ ), 310 ( $C_{15}$ ) 和 296 ( $C_{14}$ ), 296 ( $C_{14}$ ) 和 282 ( $C_{13}$ ), 282 ( $C_{13}$ ) 和 268 ( $C_{12}$ ), 256 ( $C_{11}$ ) 和 242 ( $C_{10}$ ), 242 ( $C_{10}$ ) 和 228 ( $C_9$ ), 216 ( $C_8$ ) 和 202 ( $C_7$ ), 202 ( $C_7$ ) 和 188 ( $C_6$ ), 188 ( $C_6$ ) 和 174 ( $C_5$ ), 174 ( $C_5$ ) 和 160 ( $C_4$ ), 160 ( $C_4$ ) 和 146 ( $C_3$ ) 质量间距均为 14, 则示丢失  $-CH_2-$ ;  $m/z$  228 ( $C_9$ ) 和 216 ( $C_8$ ), 268 ( $C_{12}$ ) 和 256 ( $C_{11}$ ) 的质量间距均为 12, 则描述了  $C_9$  和  $C_{10}$ 、 $C_{12}$  和  $C_{13}$  间的 2 个碳碳双键。类似地, 图 2(5) 中  $m/z$  228 ( $C_9$ ) 和 216 ( $C_8$ ), 268 ( $C_{12}$ ) 和 256 ( $C_{11}$ ), 308 ( $C_{15}$ ) 和 296 ( $C_{14}$ ) 的质量间距均为 12, 则描述了 9, 12, 15-十八碳三烯酸中  $C_9$  和  $C_{10}$ 、 $C_{12}$  和  $C_{13}$ 、 $C_{15}$  和  $C_{16}$  间的 3 个碳碳双键。图 2(6) 中  $m/z$  172 ( $C_5$ ) 和 160 ( $C_4$ ), 254 ( $C_{11}$ ) 和 242 ( $C_{10}$ ), 294 ( $C_{14}$ ) 和 282 ( $C_{13}$ ) 的质量间距均为 12, 则描述了 5, 11, 14-二十碳三烯酸中的  $C_5$  和  $C_6$ 、 $C_{11}$  和  $C_{12}$ 、 $C_{14}$  和  $C_{15}$  间的 3 个碳碳双键。图 2(7) 中  $m/z$  172 ( $C_5$ ) 和 160 ( $C_4$ ), 212 ( $C_8$ ) 和 200 ( $C_7$ ), 252 ( $C_{11}$ ) 和 240 ( $C_{10}$ ), 292 ( $C_{14}$ ) 和 280 ( $C_{13}$ ) 的质量间距均为 12, 则描述了 5, 8, 11, 14-二十碳四烯酸中的  $C_5$  和  $C_6$ 、 $C_8$  和  $C_9$ 、 $C_{11}$  和  $C_{12}$ 、 $C_{14}$  和  $C_{15}$  间的 4 个碳碳双键。图 2(8) 中  $m/z$  158 ( $C_4$ ) 和 146 ( $C_3$ ), 198 ( $C_7$ )

和 186 ( $C_6$ )、238 ( $C_{10}$ ) 和 226 ( $C_9$ )、278 ( $C_{13}$ ) 和 266 ( $C_{12}$ )、318 ( $C_{16}$ ) 和 306 ( $C_{15}$ )、358 ( $C_{19}$ ) 和 346 ( $C_{18}$ ) 的质量间距均为 12, 则描述了 4, 7, 10, 13, 16, 19-二十二碳六烯酸中的  $C_4$  和  $C_5$ 、 $C_7$  和  $C_8$ 、 $C_{10}$  和  $C_{11}$ 、 $C_{13}$  和  $C_{14}$ 、 $C_{16}$  和  $C_{17}$ 、 $C_{19}$  和  $C_{20}$  间的 6 个碳碳双键。

图 2(2) 为 9-十八碳烯酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱图。其中  $m/z$  133, 146 分别为基峰和第二大峰。分子离子峰  $m/z$  355 ( $C_{18}$ ) 和相邻碎片离子峰  $m/z$  340 ( $C_{17}$ ) 相差 15, 则示丢失  $-CH_3$ 。相邻碎片离子峰  $m/z$  340 ( $C_{17}$ ) 和 326 ( $C_{16}$ ), 326 ( $C_{16}$ ) 和 312 ( $C_{15}$ ), 312 ( $C_{15}$ ) 和 298 ( $C_{14}$ ), 298 ( $C_{14}$ ) 和 284 ( $C_{13}$ ), 284 ( $C_{13}$ ) 和 270 ( $C_{12}$ ), 270 ( $C_{12}$ ) 和 256 ( $C_{11}$ ), 256 ( $C_{11}$ ) 和 242 ( $C_{10}$ ), 242 ( $C_{10}$ ) 和 228 ( $C_9$ ), 216 ( $C_8$ ) 和 202 ( $C_7$ ), 202 ( $C_7$ ) 和 188 ( $C_6$ ), 188 ( $C_6$ ) 和 174 ( $C_5$ ), 174 ( $C_5$ ) 和 160 ( $C_4$ ), 160 ( $C_4$ ) 和 146 ( $C_3$ ) 质量间距均为 14, 则示丢失  $-CH_2-$ 。 $m/z$  216 ( $C_8$ ) 和 228 ( $C_9$ ) 质量间距为 12, 但二者均不丰富, 然而包含  $n-2$  和  $n+2$  碳原子的碎片离子峰  $m/z$  202 ( $C_7$ ) 和 256 ( $C_{11}$ ) 为强峰, 则指明了  $C_9$  和  $C_{10}$  间的碳碳双键。图 2(3) 中  $m/z$  174 ( $C_5$ ) 与  $m/z$  172 相比不够丰富, 难以区分碎片离子峰的  $m/z$  间距是 12 或 14, 但有包含  $n-2$  和  $n+2$  碳原子的强碎片离子峰  $m/z$  160 ( $C_4$ ) 和 214 ( $C_8$ ), 则指明了 6-十八碳烯酸中  $C_6$  和  $C_7$  间的碳碳双键。同样, 图 2(1) 中  $m/z$  202 ( $C_7$ ) 和 256 ( $C_{11}$ ) 亦为包含  $n-2$  和  $n+2$  碳原子的强碎片离子峰, 则是 9-十六碳烯酸中  $C_9$  和  $C_{10}$  间碳碳双键的进一步描述。

综上所述, 不饱和脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的 EI 质谱图上具有清楚的、容易辨认的六类离子峰, 根据这些特征峰足以对不饱和碳碳双键的位置进行推断, 实现对不饱和脂肪酸精细结构的鉴定。

## 2.2 葵子油脂肪酸的 GC-EIMS 分析鉴定

取 1g 葵子油按上述 1.2 用邻氨基苯酚衍生化后进行 GC-EIMS 分析。图 3 为葵子油脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的 GC-MS 总离子流图, 对各组分峰采集质谱图, 按上述解析方法进行人工解析鉴定出 6 种脂肪酸(见表 1), 其中 2 种为不饱和脂肪酸, 分别鉴定为 9-十八碳烯酸(a) 和 9, 12-十八碳二烯酸(b), 其质谱图见图 4。文献<sup>[5]</sup>报道

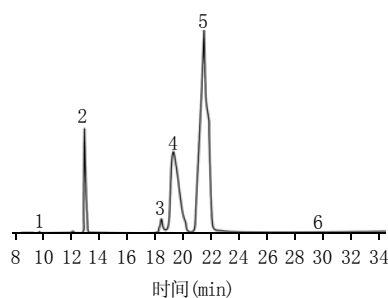


图 3 葵子油脂肪酸邻氨基苯酚衍生产物的总离子流图  
Fig.3 Total ion current chromatogram of derivatives of fatty acids in sunflower oil modified by ortho-aminophenol

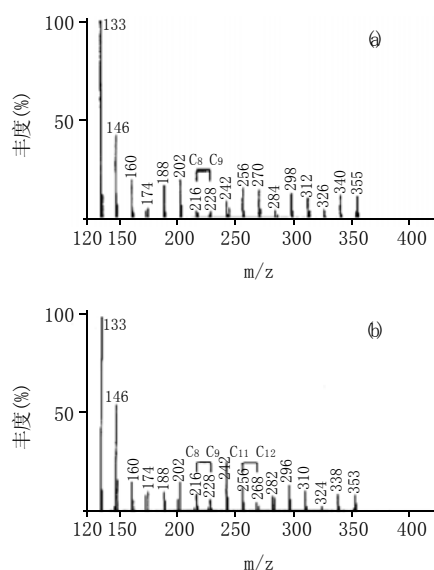


图4 葵子油中十八碳烯酸(a)和十八碳二烯酸(b)邻氨基苯酚衍生产物的质谱图(分别对应图3中的峰4和峰5)

Fig.4 Mass spectrum of derivatives of octadecenoic acid(a) and linoleic acid(b)(peak 4 and peak 5) in sunflower oil modified by ortho-aminophenol

了甲酯化GC采用对照标准品鉴定葵子油脂脂肪酸的分析结果,本文鉴定结果与之完全一致。

表1 葵子油脂脂肪酸组分

Table 1 Identified chemical components of fatty acids in sunflower oil

峰号	脂肪酸	保留时间(min)	分子量
1	十四碳酸 (Tetradecanoic acid)	9.40	228
2	十六碳酸 (Hexadecanoic acid)	13.21	256
3	十八碳酸 (Octadecanoic acid)	18.72	284
4	9-十八碳烯酸 (9-Octadecenoic acid)	19.54	282
5	9, 12-十八碳二烯酸 (9, 12-Linoleic acid)	21.55	280
6	二十碳酸 (Eicosanoic acid)	29.97	312

本文建立的脂肪酸邻氨基苯酚衍生GC-EIMS法为分析鉴定天然产物、食品、保健品等中的饱和和脂肪酸的精细结构提供了新的手段,可望广泛应用于食品科学、天然产物化学以及生命科学等领域。

#### 参考文献:

- [1] 陈耀祖, 涂亚平. 有机质谱原理及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 145.
- [2] 常建华, 董绮功. 波谱原理及解析[M]. 北京: 科学出版社, 2001: 281.
- [3] 孟令芝, 何永炳. 有机波谱分析[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1997: 24.
- [4] 赵燕来, 何森泉, 徐长德. 杂环化学导论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992: 219-220.
- [5] 李文光, 陆伟真. 气相色谱法测定葵子油中脂肪酸[J]. 中国民族民间医药杂志, 1999, 38: 171.

#### 信息

## 一种HIV蛋白能有效的杀死癌细胞

癌细胞是一种病态细胞,由于体内的凋亡信号对于它们不起作用,因此它们能继续生长。现在来自Washington大学医学院的科学家发现了一种有效的将凋亡信号带入癌细胞并促使其自杀的方法,而他们使用的信使是一种HIV蛋白。

外科助理教授William G. Hawkins说:“HIV能进入多种细胞当中,而一种叫TAT的HIV蛋白能将生物活性物质带入细胞,TAT很小,但能移动很大的分子,我们利用了他们的这一特点。”

在发表于1月的《Annals of Surgical Oncology》上的文章中,科学家描述了如何利用TAT将一种叫Bim的蛋白带入癌细胞。单独的TAT蛋白并不会导致艾滋病,也不会引起任何副作用。Bim可以作为癌症抑制因子,使癌细胞自动凋亡。

科学家发现TAT-Bim结合体在小鼠中使肿瘤缩小了,寿命也得到了延长。40天后,80%的小鼠存活下来,而未接受这一治疗的存活率只有20%。Hawkins认为,这一成功是新的癌症治疗方法的开始。他说这为病人对抗某些最危险的肿瘤提供了帮助,例如胰腺癌——这是存活率最低的癌症之一,而这些药物在临床上的试用可能就在未来数年内。

Hawkins是在和合作者——麻醉学教授Richard S. Hotchkiss讨论后开始寻找TAT-Bim的。Hotchkiss一直在寻找一种阻止细胞凋亡的蛋白质,以治疗多种致命的感染。结果他发现TAT-Bim有相反的作用。于是Hawkins就猜测TAT-Bim能否对抗癌症,因此他们的实验室之间开展了TAT-Bim的合作研究计划。

下一步Hawkins计划将TAT-Bim和化疗、放疗等其它方法结合,以观察其效果。