

萃取时间短, 工艺简单, 但外观品质略差, 可能含有杂质。超临界萃取佩兰挥发油收率较微波萃取稍低, 约为水蒸汽蒸馏的 3.6 倍, 外观品质与水蒸汽蒸馏的相仿, 品质较优(其三种工艺提取的挥发油成分分析另发表)。

3.4 超临界萃取技术和微波辅助萃取技术提取佩兰挥发油尚未见报道, 本实验结果表明采用上述两种方法提取佩兰挥发油是可行的, 微波辅助萃取佩兰挥发油仅为初探, 应进一步研究, 提高品质。

参考文献:

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002. 1377-1378.
- [2] 鲁建江, 王莉, 陈宏伟, 等. 佩兰中挥发油的微波提取法[M]. 时珍国医国药, 2001, 12(19): 774.
- [3] 崔兆杰, 邱琴, 刘延礼. 佩兰中挥发油化学成分的研究[M]. 药物分析杂志, 2002, 22(5): 117-122.
- [4] 孙绍美, 宋玉梅, 刘俭, 等. 佩兰挥发油药理作用的研究[M]. 西北药学杂志, 1995, 10(1): 24-26.

精炼餐饮业地沟油挥发性危害成分的 GC/MS 静态顶空分析

全常春¹, 尹平河^{1*}, 赵玲¹, 单习章², 张璇², 余汉豪²

(1. 暨南大学生命科学技术学院, 广东 广州 510632; 2. 广州越秀区环境保护局, 广东 广州 510045)

摘 要: 精炼地沟油就是从餐饮业下水道隔油池中捞取的废油脂, 经过一系列的工艺加工处理而得到的油脂。由于经过了多次的使用和复杂环境条件的影响, 油脂会发生变质或者引入一些有害成分。在暴利的驱使下, 不法分子将其回流到食用油市场中, 给人们的健康带来极大的危害。本文应用气质联用的静态顶空方法, 对精炼地沟油的易挥发成分进行了检测, 实验结果表明, 该样品油中含有大量的烷烃(从 C₉ 到 C₁₄)和油脂氧化变质的二级产物—己醛。
关键词: 静态顶空; 气质联用; 废弃油脂; 地沟油; 挥发性成分

Assay on the Harmful Volatile Components of the Refined Waste Edible Oil Gained from the
Restaurant Sewer by Static Headspace and Gas Chromatography/Mass Spectrometry

QUAN Chang-chun¹, YIN Ping-he^{1*}, ZHAO Ling¹, SHAN Xi-zhang², ZHANG Xuan², YU Han-hao²
(1. College of Life Science and Technology, Jinan University, Guangzhou 510632, China
2. Environment Protect Bureau, Guangzhou Yuexiu District, Guangzhou 510045, China)

Abstract: The refined oil gained from the waste edible oil sewer collected from the waste edible oil pool of restaurants was conducted by a series of refining methods. For being used repeatedly many times and influenced by the complex environmental conditions, the refined oil would deteriorate or be introduced with some harmful component. If unlawfully sold in the edible oil market, it would do much harm to human health. This paper described a qualitative assay method of the volatile compounds of the refined edible oil gained from the sewer by static headspace and gas chromatography/mass spectrometry. A large amount of alkane, from n-C₉ to n-C₁₄, and the second grade production of the deteriorated oil hexanal were identified in this experiment.

Key words: static headspace; GC-MS; waste edible oil; oil gained from the sewer; volatile compound

中图分类号 TS224.6

文献标识码 B

文章编号 1002-6630(2004)04-0128-07

收稿日期: 2003-04-15

* 通讯联系人

基金项目: 国家自然科学基金项目(20277016)

作者简介: 全常春(1978-), 男, 在读研究生, 从事环境分析与污染控制工程的研究。

餐饮业废弃油脂,是餐饮业洗漱的含油脂的废水经油水分离器或者隔油池分离后产生的不可再食用的油脂。这些油脂废水如果直接排入下水道(沟),流进河流、湖塘,每公斤废弃油脂将会造成 15000m² 水面的污染,形成大面积的水质富营养化^[1]。更为严重的是,社会上的一些不法分子在饮食服务业的隔油污水池中回收肮脏、腐败不堪的废油脂进行非法提炼,直接或者混合部分食用油甚至矿物油后,流入到食用油销售市场以牟取暴利。这些油回流到食用油市场中去,给人们的健康带来极大的危害,特别是掺有矿物油的废弃油脂,严重的会发生食物中毒事件。如 1999 年 8 月发生在肇庆市端州区昆庆毛绒厂食堂的一起 681 人食物中毒事件,就是进食含有非食用油矿物油的豆油烹调菜肴所致。废弃油脂造成的危害,引起了社会的高度关注,上海、重庆、南京、广州等地相应的制定有关法规,加强对食品生产经营单位废弃食用油脂的管理。国家卫生部、国家工商总局、国家环保总局、建设部于 2002 年 4 月 15 日联合颁布了《关于印发<食品生产经营单位废弃食用油脂管理的规定>的通知》,进一步加强废弃油脂的管理。

目前,对食用油脂的评价一般从油脂的质量、是不是有掺假和油脂的稳定性三方面来考虑的^[2]。实验操作方法可以有传统的滴定,如油脂过氧化值的测定^[3,4];也有现代仪器的分析研究,如傅立叶变换红外光谱仪(FTIR)检测油脂的不饱和水平和支链异构体的情况^[5],高效液相色谱(HPLC)仪测定油脂当中的多环芳香烃(PAH)^[6],固相萃取—气相色谱(SPE-GC)法测定不同类型油脂的脂肪酸^[7]等等。国内外对废弃油脂的研究主要集中在废弃油脂的开发利用这方面,如通过脂肪酶醇解废弃油脂可得生物柴油的研究^[8],废弃油脂作为燃油的研究^[9],还有用于生产表面活性剂、涂料等方面的研究等等^[11]。专门对废弃油脂的特征成分或者废弃油脂在精炼过程中所引入的危害成分进行分析研究,这方面文献报道比较少,人们更多研究的是正常食用油脂性质上发生的变化。一般来说,人们可以从以下油脂参数^[2]:酸度、过氧化值、碘值、皂化值、密度、粘度、紫外吸光率和折射率等对油脂的性质进行评价。其中酸度反映的是游离脂肪酸分子数目的多少,由于游离脂肪酸的存在会导致油脂的氧化,从而极大地降低油脂的品质,所以酸度是评定油脂品质的重要指标^[10]。过氧化值是表示油脂自动氧化初期形成的产物—过氧化物的数量,过氧化值是脂质氧化和油脂变坏的一个重要指标和食用油脂质量的一个重要特性,过氧化值的测定是最被广泛使用的确定油脂质量的化学测定法,但是过氧化值并不能对油脂质量进行全面的绝对的评估^{[2][10,11]}。碘值是用来衡量脂肪酸的不饱和度,它是评定油脂性质的几个最有用系数之一^[12]。

此外,我们还可以通过测定过氧化物进一步分解而形成的含有羰基的二级产物中羰基的聚集量—羰基值来对油脂的质量进行评价^[13]。以上指标是属于油脂的化学性质指标。我们还可以从油脂的物理性质如气味、折光率、粘度等方面对油脂的质量进行评定。无论是从化学性质还是从物理性质来分析油脂的质量,都只是宏观上对油脂的质量进行评价。而微观上,油脂氧化变质后成分上发生什么变化,又或者油脂引入了什么有害成分,我们并不清楚。由于油脂的成分,特别是掺杂油脂、废弃油脂的成分比较复杂,如果我们在微观上对它们的成分进行分析,必须解决以下两个关键的环节:一个是分离技术,一个是检测技术。随着现代仪器分析技术特别是联用技术的发展,为我们提供了强有力的科学方法。譬如, J J Vreuls^[14]等人就应用了 LC-GC-MS 联用技术来分析蔬菜油中的多环芳香烃 Stefania Vichi^[15]等人就应用了固相微萃取(SPME)的方法并结合气相色谱(GC)、质谱(MS)和氢火焰离子化检测器(FID)对轻榨优质橄榄油中的挥发性成分进行定性定量分析; Lisette Steenhorst-Slikkerveer^[16]等人通过应用正相高效液相色谱—质谱仪对蔬菜油脂氧化产物的不挥发成分进行分析;张赖道^[17]等人通过蒸馏提取然后用气相色谱来测定菜油中的挥发性硫化物。

本文重点研究的是精炼地沟油,精炼地沟油的加工程序如下:

水、渣、油混合物 $\xrightarrow{\text{加热脱渣}}$ 粗毛油 $\xrightarrow[\text{过滤}]{\text{加热}}$ 毛油 $\xrightarrow[\text{过滤}]{\text{加热}}$ 精炼地沟油
(活性炭/白土)

由于经过了两道精炼,精炼地沟油无论从色泽上还是从气味上都跟正常的食用油没有明显的差别,所以不法分子很容易将精炼地沟油回售到食用油市场当中,给人们的健康带来极大的危害。本实验应用气质联用(GC-MS)静态顶空(static headspace)的方法,对精炼地沟油的挥发性有害成分进行了分析。

1 材料与方法

1.1 样品

精炼地沟油 某废油脂回收站提供; 麦当劳老油 越秀区环保局提供 金龙鱼花生油 深圳南海油脂工业有限公司。

1.2 仪器

气相色谱-联用仪 Finnigan 公司 trace 顶空 2000 DB-5 毛细管柱 S&W Scientific 公司。

1.3 实验方法 1 抽取样品 2ml, 顶空 T=80℃, 平衡时间 35min, 摇晃 2min 停 4min, 平行实验 3 次

色谱柱 始温: 40℃ 保留 2min, 20℃/min 的速度程序升温到 200℃; 进样口温度: 250℃; 载气: 氦气,

流量: 1ml/min; 不分流进样; EI 源, 70eV, m/z 50-440。

1.4 实验方法2 抽取样品2ml, 顶空: T=70℃, 平衡时间35mins, 摇晃2mins 停4mins, 平行实验3次。

色谱柱 始温: 40℃, 保留2min; 20℃/min的速度斜坡升温到80℃, 保留2min; 然后以5℃/min斜坡升温到180℃, 进样口温度: 250℃; 载气: 氦气, 流量: 1ml/min; 不分流进样, EI 源, 70eV, m/z 30-440。

2 结果与讨论

2.1 不同油脂样品色谱图的比较

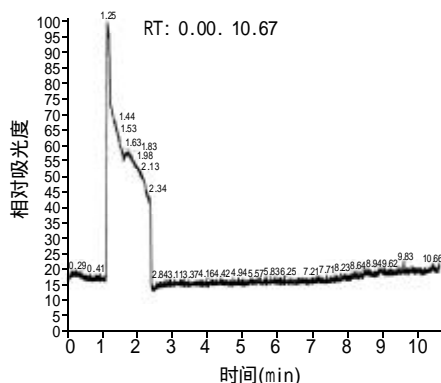


图1 金龙鱼花生油色谱图

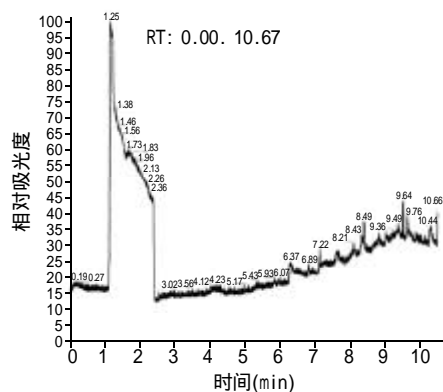


图2 麦当劳老油色谱图

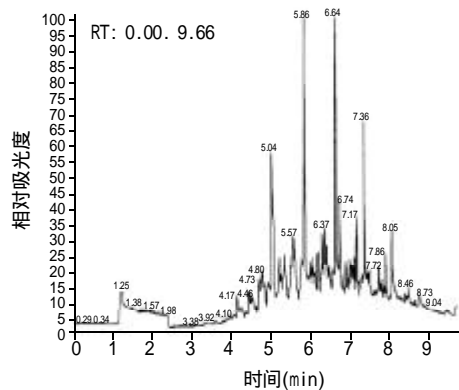


图3 精炼地沟油色谱图

图1、2、3, 都是在实验方法1下得到的, 从保留时间 $T_R=1.25\text{min}$ 开始, 都出现一个很宽的色谱峰, 是顶空瓶中残余空气的色谱峰。图1是金龙鱼花生油色谱图, 在宽的色谱峰之后, 是一条很平稳的基线, 表明纯正的花生油中没有挥发性成分的色谱峰。图2是麦当劳老油色谱图, 我们看到基线发生了变化, 出现了一些微弱信号的色谱峰, 这表明麦当劳老油出现了少量的挥发性成分; 图3是精炼地沟油色谱图。图3中, 我们明显地看到了一系列强信号的色谱峰, 这表明了精炼地沟油中出现了比较多的挥发性成分。通过色谱图的对比, 我们可以初步判断: 应用静态顶空的方法, 在相同的实验条件下, 纯正花生油并没有挥发性成分出现, 麦当劳老油有少量的挥发性成分出现, 而精炼地沟油则产生了较多的挥发性成分。这可能是由于经过了多次高温煎炸的使用, 麦当劳老油产生了一些小分子的酮、醛等挥发性成分所致; 而精炼地沟油由于多次的使用和复杂环境因素的影响, 也会产生和引入一些挥发性的组分。因此, 麦当劳老油和精炼地沟油的挥发性成分相对纯正花生油来说比较复杂; 而精炼地沟油又由于经过了隔油池中复杂环境因素的影响和多次的精炼, 又使得它的挥发性成分比麦当劳老油复杂。因此, 通过色谱图的对比, 我们对三种油样的质量有了初步的了解。

2.2 不同实验条件精炼地沟油的主要挥发性成分。

2.2.1 色谱图的对比

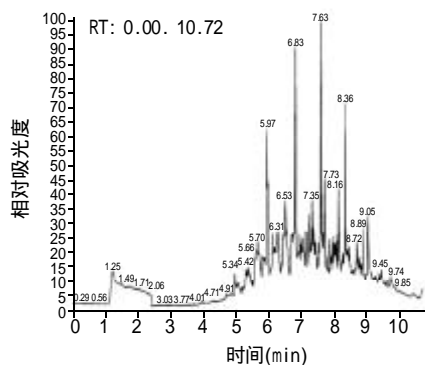


图4 精炼地沟油色谱图(实验方法1)

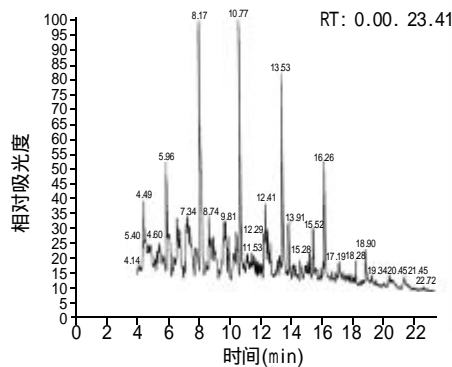
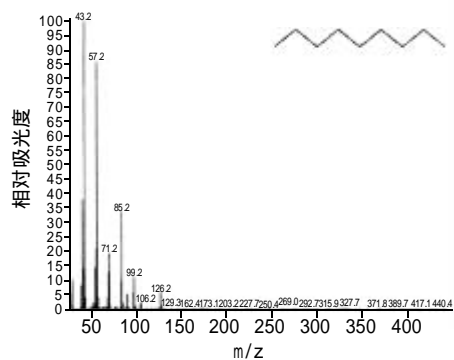
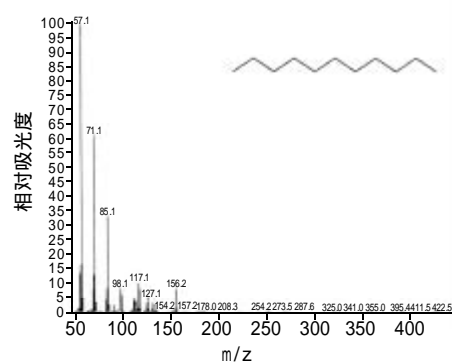
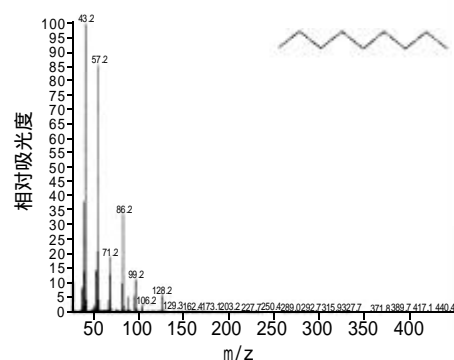
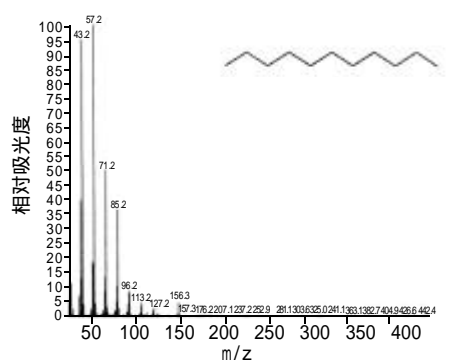
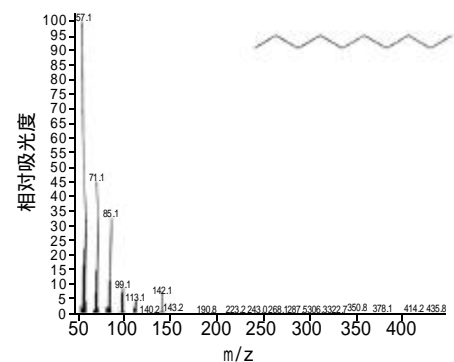
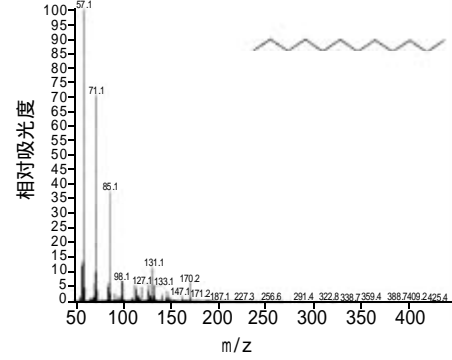
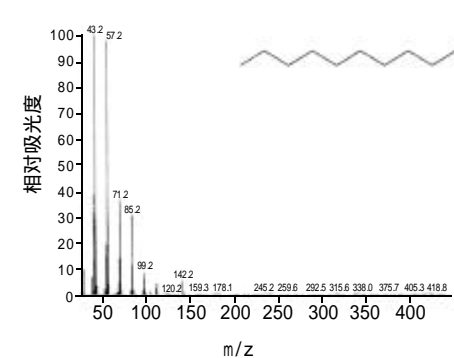
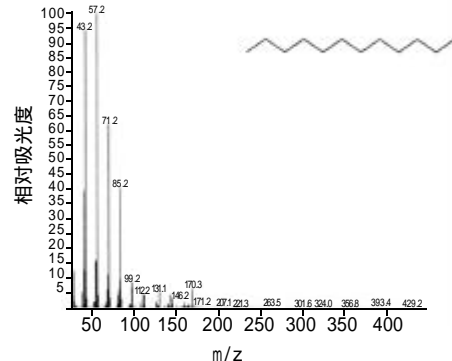


图5 精炼地沟油色谱图(实验方法2)

图6 $T_R=4.17$ 组分的质谱图(实验方法1)图10 $T_R=5.86$ 组分的质谱图(实验方法1)图7 $T_R=5.96$ 组分的质谱图(实验方法2)图11 $T_R=10.77$ 组分的质谱图(实验方法2)图8 $T_R=5.04$ 组分的质谱图(实验方法1)图12 $T_R=6.64$ 组分的质谱图(实验方法1)图9 $T_R=8.17$ 组分的质谱图(实验方法2)图13 $T_R=13.53$ 组分的质谱图(实验方法2)

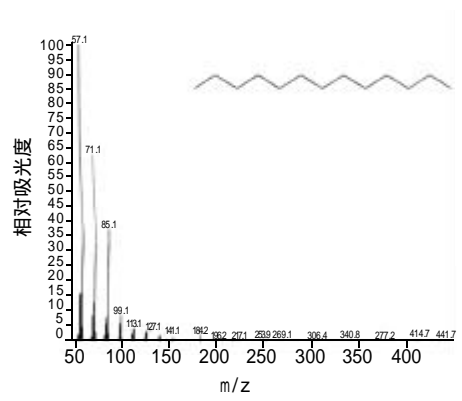


图14 $T_R=7.36$ 组分的质谱图(实验方法1)

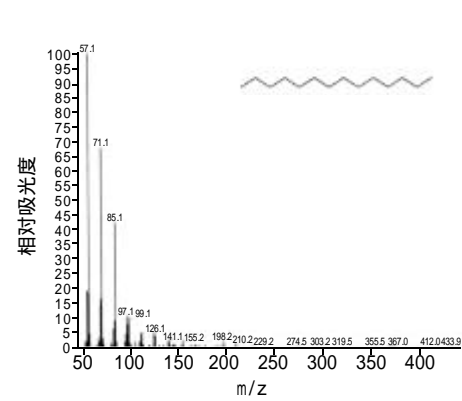


图16 $T_R=8.05$ 组分的质谱图(实验方法1)

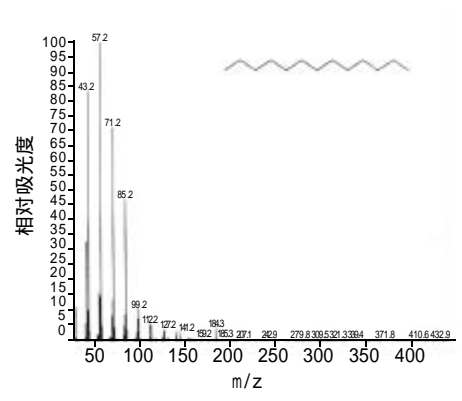


图15 $T_R=16.26$ 组分的质谱图(实验方法2)

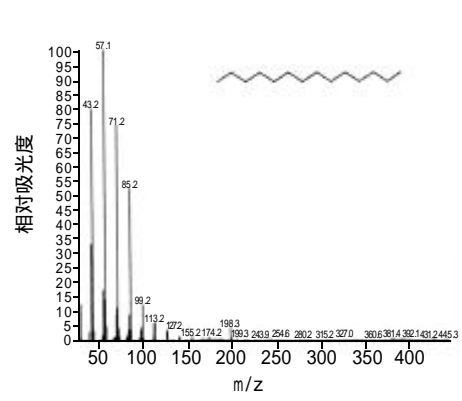


图17 $T_R=18.90$ 组分的质谱图(实验方法2)

2.2.2 主要成分质谱图的对照

表1 不同实验方法精炼地沟油主要成分的检测结果

组 分 名 称		n-C ₉	n-C ₁₀	n-C ₁₁	n-C ₁₂	n-C ₁₃	n-C ₁₄
实 验 方 法 1	TR(min)	4.17	5.04	5.85	6.64	7.36	8.05
	碎片	57.1,71.1	57.1,71.1	57.1,71.1	57.1,71.1	57.1,71.1	57.1,71.1
	离子	85.1,99.1	85.1,99.1	85.1,98.1	85.1,98.1	85.1,99.1	85.1,99.1
	m/z		113.1	127.1	127.1,131.1	113.1,127.1	126.1
	分子离子 m/z	128.1	142.1	156.2	170.2	184.2	198.2
实 验 方 法 2	TR(min)	5.96	8.17	10.77	13.53	16.26	18.90
	碎	43.2,57.2	43.2,57.2	43.2,57.2	43.2,57.2	43.2,57.2	43.2,57.2
	片	71.2,85.2	71.2,85.2	71.2,85.2	71.2,85.2	71.2,85.2	71.2,85.2
	离	99.2	99.2	98.2,113.2	99.2,112.2	99.2,127.2	99.2,113.2
	子			127.2	131.1	141.2	127.2,155.2
m/z							174.2
分子离子 m/z		128.2	142.2	156.3	170.3	184.3	198.3

我们对精炼地沟油的实验条件稍做改变，在实验方法1的基础上，把程序升温的速度降低，把顶空瓶的温度降低，把条件1中的m/z范围由50~440改为30~440，为了消除空气峰的影响，让色谱图在4mins后出峰，得到实验方法2，相应的分别得到色谱图图4和图5。从图4和图5中我们可以看到图5中的组分相对图4来说，

能够较好地得到分离。我们对两个图中的主要色谱峰进行质谱分析，得到了一系列的质谱图(图6~17)。由于实验方法1的m/z范围为50~440，所以方法1中的质谱图并没有出现m/z 43(C₃H₇)峰，综合图4~17，得到表1的数据。表1中，我们可以看到，虽然实验方法有所改变，但主要的挥发性组分仍然可以得到分离并检测

出来,主要挥发性组分并没有发生改变,都是从 $n-C_9$ 到 $n-C_{14}$ 。所以,对于精炼地沟油的主要挥发性组分来说,实验的重复性较高,实验的应用条件范围较广。

2.3 精炼地沟油中挥发性成分的分析

表2 精炼地沟油挥发性组分定性结果

保留时间 TR (min)	分子量 M W	分子式 M F	名称
4.49	100	$C_6H_{12}O$	己醛
5.96	128	C_9H_{20}	正壬烷
6.65	142	$C_{10}H_{22}$	3,6-二甲基辛烷
7.34	142	$C_{10}H_{22}$	2-甲基壬烷
8.17	142	$C_{10}H_{22}$	正癸烷
8.74	156	$C_{11}H_{24}$	2,6-二甲基壬烷
9.71	156	$C_{11}H_{24}$	4-甲基癸烷
9.99	184	$C_{13}H_{28}$	5-异丁基壬烷
10.77	156	$C_{11}H_{24}$	正十一烷
12.41	170	$C_{12}H_{26}$	3,7-二甲基癸烷
13.53	170	$C_{12}H_{26}$	正十二烷
13.91	184	$C_{13}H_{28}$	2,6-二甲基十一烷
15.28	184	$C_{13}H_{28}$	2,10-二甲基十一烷
15.52	198	$C_{14}H_{30}$	7-甲基十二烷
16.26	184	$C_{13}H_{28}$	正十三烷
18.9	198	$C_{14}H_{30}$	正十四烷

由于在实验方法1下,程序升温较快,色谱出峰较快,一些含量小的组分没有能够得到分离。因而,我们相应的降低升温速度,延长出峰时间,相应的我们得到了实验方法2下的色谱峰,通过MS对它们进行分析,得到表2的结果。在本实验中,共检测出16种化合物,其中检测出一种醛(己醛),六种直链烷烃,9种支链烷烃。我们知道,己醛是油脂氧化变质后的二级产物,而己醛长期以来是作为食品氧化变质的一个指标^[13]。在我们的检测当中,绝大部分是饱和脂肪烃,从 C_9 到 C_{14} 占大多数,这可能是油脂氧化变质的二级产物,但更有可能的是我们分析的精炼油早已经被不法分子掺入了矿物油,又或者是原来正常食用油脂中被掺入了矿物油,虽然经过了多次的精炼,但仍然存在油脂当中。本实验中,精炼废油脂有很多的色谱峰没有得到检测,这些峰可能由油脂发生氧化反应的二级产物,如醛、酮、内脂、醇、酸等^[18]所产生的。由于组分相对含量太小,仪器并没有检测出来。而直接回收的麦当劳老油,也由于组分的含量太少,尚未能得到检验,这些都是需要我们进一步去完善的地方。

3 结 论

应用静态顶空法,并结合气质联用技术,我们在精炼地沟油当中检测到16种挥发性有害成分,其中15

种为脂肪烃,一种为己醛。15种脂肪烃当中, C_9 到 C_{14} 占大多数,很有可能原食用油已经被不法分子掺入了有害的矿物油成分。因此,可以通过气质联用的静态顶空方法,对掺杂有矿物油的食用油脂进行分析鉴别。此外,本研究还在地沟油当中检测到油脂氧化变质的二级产物—己醛,这也可以当作判别地沟油的一个重要依据。实验操作简单,样品不需要前处理,快速准确,为打击不法分子的不法行为提供了科学的依据。

参考文献:

- [1] 马遇涵.废弃油脂的管理与利用[J].能源研究与利用,2001,(2):6-8.
- [2] Nikolaos S Thomaidis, Constantinos A. Georgiou. Edible oil analysis by flow injection[J]. Laboratory Automation and Information Management, 1999, 34(2): 101-114.
- [3] AOCS Official Methods, Peroxide Value Acetic Acid-Chloroform Method, vol. II, AOCS, Champaign, IL, 1996.
- [4] AOCS Official Methods, Peroxide Value Acetic Acid-Isooctane Method, vol. II, AOCS, Champaign, IL, 1996.
- [5] M C M Moya Moreno, D Mendoza Olivares, F J Amézquita López, et al. Determination of unsaturation grade and trans isomers generated during thermal oxidation of edible oils and fats by FTIR[M]. Journal of Molecular Structure, 1999, 482-483, 551-556.
- [6] F van Stijn, M A T Kerkhoff, B G M Vandeginste. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in edible oils and fats by on-line donor-acceptor complex chromatography and high-performance liquid chromatography with fluorescence detection[J]. Journal of Chromatography A, 1996, 750(1-2): 263-273.
- [7] Jasminka Giacometti, Ana Milošević, Ćedomila Milin. Gas chromatographic determination of fatty acids contained in different lipid classes after their separation by solid-phase extraction[J]. Journal of Chromatography A, 2002, 976(1-2): 47-54.
- [8] Yuji Shimada, Yomi Watanabe, Akio Sugihara, et al. Enzymatic alcoholysis for biodiesel fuel production and application of the reaction to oil processing[J]. Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic, 2002, 17(3-5): 133-142.
- [9] Toyama. Activation and recycling of waste edible oils as fuels[J]. Fuel and Energy Abstracts, 2002, 43(1): 22.
- [10] 吴时敏.功能性油脂[M].北京:中国轻工业出版社,2001.
- [11] 美,惠(Hui, Y. H).贝雷:油脂化学与工艺学(第五版)[M].徐生庚,裘爱泳,译.北京:中国轻工业出版社,2001.
- [12] Nikolaos S Thomaidis, Constantinos A Georgiou. Direct parallel flow injection multichannel spectrophotometric determination of olive oil iodine value[J]. Analytica Chimica Acta, 2000, 405(1-2): 239-245.
- [13] 钱丽燕,温红珊,刘逢春.煎炸豆油及其食品中烷基变化

- 规律的研究[J]. 吉林粮食高等专科学校学报, 2000, (1): 3-4.
- [14] J J Vreuls, G J Jong, U A. Brikman. Chromatographia, 1991, 31: 113.
- [15] Stefania Vichi, Ana Isabel Castellote, Lorena Pizzale, et al. Analysis of virgin olive oil volatile compounds by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography with mass spectrometric and flame ionization detection[J]. Journal of Chromatography A, 2003, 983(1-2): 19-33.
- [16] Lisette Steenhorst-Slikkerveer, Arjan Louter, Hans-Gerd Janssen, et al. Analysis of nonvolatile lipid oxidation products in vegetable oils by normal-phase high-performance liquid chromatography with mass spectrometric detection[J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 2000, (77): 837-845.
- [17] 张赖道, 焦天洁. 气相色谱法测定了菜油中挥发性含硫化物[J]. 中国油脂, 1996, 21(6): 39-42.
- [18] Maria D Guillé, Nerea Cabo. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils[J]. Food Chemistry, 2002, 77(4): 503-510.

紫苏叶中痕量锰的催化动力学光度法测定

刘 洪, 段友构

(湖南吉首大学化学化工学院, 湖南 吉首 416000)

摘 要: 本文采用催化动力学光度法对紫苏叶中的痕量锰进行测定。该方法检测极限为 $5.4 \times 10^{-5} \mu\text{g/ml}$, 线性范围为 $1.0 \sim 10.0 \mu\text{g Mn(II)/ml}$, 其回收率在 97.8%~104.5% 之间, 相对标准偏差小于 2.6%。平行测定结果表明, 该方法具有较好的准确度和精密度, 样品分析结果满意。

关键词: 催化动力学光度法; 锰; 紫苏

Determination of Trace Mn(II) in the *Perilla frutescens* (L.) Britt by Catalytic Kinetic Spectrophotometry

LIU Hong, DUAN You-gou

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Jishou University, Jishou 416000, China)

Abstract: In the paper the catalytic kinetic spectrophotometry was used to determine trace Mn(II) in the *Perilla frutescens* (L.) Britt. The limit of detection for Mn(II) was $5.4 \times 10^{-5} \mu\text{g/ml}$ and the linear range of determination was 1.0 to $10.0 \mu\text{g Mn(II)/ml}$. The recoveries tested by the standard addition method were in the range of 97.8% to 104.5%, RSD, smaller than 2.6% ($n=9$). Satisfactory results were obtained in its application to the determination of Mn(II) in the *Perilla frutescens* (L.) Britt.

Key words: catalytic kinetic spectrophotometry; manganese; *Perilla frutescens* (L.) Britt

中图分类号: TS207.3

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2004)04-0134-03

紫苏叶是一种中草药, 可治感冒风寒、咳嗽、气喘、胸腹胀满, 胎动不安, 并能解鱼蟹毒^[1]。随着近几年洞庭湖区口味虾的大量养殖, 周边城市出现了食口味虾热潮, 大餐馆、小摊贩在烹制口味虾时, 都佐以大量的紫苏叶, 以去腥解毒, 同时紫苏叶也具有它独特的香味和药用功能。锰是一种人体所必需的微量元素, 它参与人体中多种酶的合成, 促进人体发育, 特

别是骨骼的生长。动物缺锰时, 雄性精子减少, 失去交配能力与生育能力, 雌性则会造成死胎和不孕症等。锰也是植物必需的微量营养元素, 它在植物体中有多方面的作用, 是植物生长过程中的一种催化剂, 且直接参与光合作用^[2]。蔬菜缺锰将引起叶子变黄或变白。紫苏叶中因含有锰而具有以上药用功能和食用价值, 因而快速、准确测定其中锰含量是十分必要的。

收稿日期: 2003-08-04

作者简介: 刘洪(1970-), 男, 讲师, 研究方向为食品分析。