

卷烟烟气中多环芳烃的分析

王 帅^{1,2}, 单德臣², 周东兴¹

(1. 东北农业大学 资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江东方学院, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:通过自制吸收装置及高效吸收液对烟气中有机成分进行充分吸收,采用溶液吸收法对样品进行富集采集,最后利用气相色谱-质谱联用技术的高分离和高定性等优点对卷烟烟气中的成分进行全谱分析。结果表明:卷烟烟气中所含 20 多种物质,浓度较大为 7 种,多数为对人体伤害较大和致癌的有机物质。

关键词:卷烟烟气;烟焦油;多环芳烃

中图分类号:S572

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)06-0118-03

卷烟烟气中含有的多种化学物质,基本都是有机物,且以杂环、芳香族化合物居多。另外还有醛、酮、烃、脂肪酸、醇等,这些物质排放量不一定很大,但对人体的危害却很大^[1]。试验研究和流行病学调查表明:烟气焦油可损伤肺部功能,引起机体免疫功能下降,并具有致突变性和致癌性,是肿瘤发生的可疑因素。卷烟烟气中的有害物质危害最大的是苯并芘^[2]。

卷烟烟气中已分离鉴定出 200 多种杂环烃类化合物,其中吡啶、吡咯、吡嗪和呋喃等对卷烟香气和丰满度有重要贡献,而喹啉、呋喃、吡啶及其苯类化合物等则有较强的致癌性和致突变性^[3],因而这些烟气成分成为人们关注的热点。由于卷烟烟气成分极其复杂,且这类化合物的含量极低,因此快速的前处理方法和选择性好灵敏度高的检测方法对于卷烟烟气中这类成分的分析尤其重要。目前,提取、纯化和分离杂环烃类化合物的方法主要有索氏提取^[4]、液液萃取^[5]、固相萃取^[6]以及色谱分离^[7]等,检测方法有 LC/MS^[8]、LC/UV^[9]、LC/FD^[10]、GC^[11]、GC/MS^[12]等。此研究模拟人的吸烟过程,对卷烟烟气进行富集,最后采用 GC/MC 对样品进行分析。

1 材料与方法

1.1 材料

以国产大众所喜好的某品牌香烟为试材。常

规碱式滴定管一只,鼓泡式接收器,大气采样器。

1.2 方案设计

1.2.1 烟气的收集 连接 4 组采样装置同时采样,将一定量的吸收液倒入鼓泡式吸收器和具支试管中,调节大气采样器的流量和采样时间,在鼓泡式吸收器与具支试管处加冷阱(见图 1)。

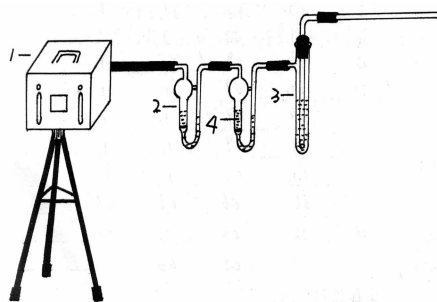


图 1 采样器装置

1:大气采样器,2:鼓泡式吸收器,3:具支试管,4:吸收液

1.2.2 烟气的富集 试验中卷烟烟气的成分主要是指有机成分,含量都比较低,用吸收液淋洗采样装置内壁,将淋洗液与吸收液共同倒入 K-D 浓缩器(见图 2)中,接通回流冷凝水,40℃水浴加热浓缩至 1 mL,用环己烷作吸收剂采用减压浓缩。将浓缩的样品放入恒温箱中(5℃)保存待测。每次采集的样品均与前一次样品一同浓缩。

2 结果与分析

通过采集样品的方法和样品富集后的分析,并结合图 3 的环己烷吸收液的气相色谱图可以分析得出,卷烟烟气中所含物质为 20 多种,其中浓度较大和可被确定的物质分别有 7 种。卷烟烟气中的成分非常复杂,将收集到的有机物做气相色谱-质谱分析,含有脂肪烃类、有机酸、酯、醛、酮、醇以及芳香族化合物,最主要的成分是烷烃和烯

收稿日期:2010-03-15

第一作者简介:王帅(1981-),男,黑龙江省齐齐哈尔市人,硕士,助教,从事农业生态学研究。E-mail: okdashuai@126.com。

通讯作者:周东兴(1974-),男,黑龙江省哈尔滨市人,博士,副教授,从事农业生态学研究。E-mail: zhboshi@163.com。

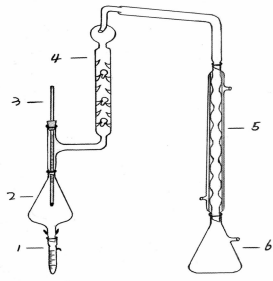


图 2 K-D 浓缩器

1:刻度试管,2:K-D 瓶,3:温度计,4:Snyder 柱,5:冷凝管,6:吸收瓶

烃,其次是有机酸、醛类化合物和芳烃。

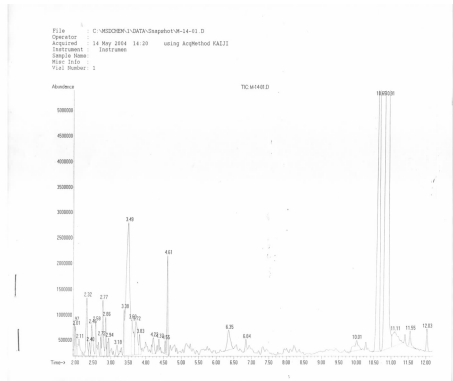


图 3 以环己烷为吸收液的气相色谱图

脂肪烃共测出 3 种。检出的烷烃主要是 C₆~C₉ 正构烷烃,虽然脂肪烃不是致癌物质,但却是重要的促癌物(见表 1)。

表 1 卷烟烟气中成分比较

| 序 号 | 化合物 | 分子式 | 百分含量/% |
|-----|----------------------|--|--------|
| 1 | 甲苯 | C ₇ H ₈ | 0.828 |
| 2 | | C ₆ H ₁₀ O ₄ | 1.019 |
| 3 | 三甲基吡啶 | C ₆ H ₇ N | 0.555 |
| 4 | 对二甲苯 | C ₈ H ₁₀ | 0.287 |
| 5 | 环己醇 | C ₆ H ₁₂ O | 1.400 |
| 6 | 2-甲基-3-氧代-1-环戊烯 | C ₆ H ₈ O | 0.705 |
| 7 | 2,6-二甲基吡啶 | C ₆ H ₈ N ₂ | 0.366 |
| 8 | 2-甲基-5-羰基呋喃 | C ₆ H ₆ O ₂ | 0.831 |
| 9 | 二乙醇醚 | C ₄ H ₁₀ O ₃ | 9.834 |
| 10 | 苯酚 | C ₆ H ₆ O | 1.759 |
| 11 | 1,2-二甲基-3-羰基环戊烯 | C ₇ H ₁₀ O | 0.542 |
| 12 | 4-辛炔 | C ₈ H ₁₄ | 0.542 |
| 13 | 1-甲基-2-羟基-3-氧代-1-环戊烯 | C ₆ H ₈ O ₂ | 0.560 |
| 14 | 1-甲基-4-异丙基-1-环己烯 | C ₁₀ H ₁₇ | 0.212 |
| 15 | 1-甲基-4-异丙烯-1-环己烯 | C ₁₀ H ₁₅ | 1.736 |
| 16 | 4-乙烯基-2-甲基-苯酚醚 | C ₉ H ₁₀ O ₂ | 0.879 |
| 17 | | C ₉ H ₁₄ O ₆ | 17.833 |
| 18 | 3-(1-甲基-四氢吡咯)-吡啶 | C ₁₀ H ₁₄ N ₂ | 48.921 |
| 19 | 二联苯 | C ₁₂ H ₁₀ | 0.549 |
| 20 | 二苯醚 | C ₁₂ H ₁₀ O | 0.580 |

酮类有 6 种,占总检出物质的 6.9%,特别是不饱和醛有 1 种,这是对人体健康威胁较大的污染物,这些物质在动物实验和流行病调查中均被证明具有致突变性并与肺癌的发生有关。

苯的同系物有 6 种,占总物质的 8.7%,是毒性较大的污染物。

酚类化合物有 1 种,为苯酚,这类化合物本身没有致癌性,但也可能具有促癌作用。

3 结论与讨论

该试验应用自制串联式吸烟器和气相色谱-质谱联机技术对卷烟烟气中的成分进行分析,具有样品采集简便,选择性好,灵敏度高等特点,取得了较好的结果。

对卷烟烟气成分进行分析,检测出多种对人体有害、致癌或促癌作用的物质。

可见卷烟烟气中的有机物绝大部分是毒物质,具有致癌或促癌作用,对人体健康和人们的生活环境造成巨大的污染。

参考文献:

[1] 谭晓风,孙晓钰,刘德全,等. 厨房烹调油烟的有机物定性定量 GC/MS 分析[J]. 质谱学报,2003,24(1):270-274.

[2] 金怡,王家骏. 谈谈街头烧烤烟气污染问题[J]. 环境保护科学,1995,21(1):65-67.

[3] Hoffman D, Hoffman I. Tobacco smoke components[J]. Beitr Tabakforsch Int, 1998, 18(1):49-52.

[4] CHEN Hung-yu, Martin R P. Measurement of semi-volatile azaarenes in airborne particulate and vapor phases[J]. Analytica Chimica Acta,2004,501(1):71-78.

[5] Bvan D,I JAB,J CA. The carcinogenic nitrogen heterocyclic in cigarette smoke condensate[J]. J Natl Cancer Inst, 1960, 25: 53-61.

[6] TAN IA A Sasaki, Serban C M. Determination of dibenzacridines in the particulate phase of cigarette smoke [J]. Beitr Tabakforsch Int, 2000, 19 (1) : 25-31.

[7] 悉旦立,孙裕生,刘秀英. 环境监测[M]. 修订版. 北京:高等教育出版社,1995:114-120.

[8] Ivera L R,C Curto M J, P PA IS, et al. Solid-phase extraction for the selective isolation of polycyclic aromatic hydrocarbons, azaarenes and heterocyclic aromatic amines in charcoal-grilled meat[J]. J Chromat A,1996,731(122):85-94.

- [9] Ilhelm M W, Gmatuschek, Kettrup A. Determination of basic nitrogen-containing polynuclear aromatic hydrocarbons formed during thermal degradation of polymers by high-performance liquid chromatography-fluorescence detection[J]. J ChromatA, 2000, 878 (2) :171-181.
- [10] Sdtmeltz, Schlotzhauer W S, Higman E B. Characteristic products from pyrolysis of nitrogenous organic substances[J]. Beitr Tabakforsch Int, 1972, 6 (3):134-138.
- [11] Mao J, Pacheco C R, Trafi-cante D D TRAF I2CANTE, et al. Identification and characterization of nitrogen compounds in Brazilian diesel oil by particle beam mass spectrometry[J]. Fuel, 1995, 74 (6) : 880-887.
- [12] Galceran M T, Curto M J, Ignou L PU, et al. Determination of acridine derived compounds in charcoal-grilled meat and creosote oils by liquid chromatographic and gas chromatographic analysis[J]. Analytica Chimica Acta, 1994, 295 (3):307-313.

Analysis of PAHs in Cigarette Smoke

WANG shuai^{1,2}, SHAN De-chen^{1,2}, ZHOU Dong-xing¹

(1. Resources and Environmental College of Northeast Agricultural University, Harbin, Heilongjiang 150030; 2. East Collect of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The organic components of smoke are absorbed efficiently by the absorption equipment, which is made by ourselves. It collects sample by means of solution-absorbed and makes use of GC/MS which is high-qualitative and high-isolation to analysis the content of smoke in cigarette at last. The result showed that the cigarette smoke contain more than twenty kinds of matters, of which seven kinds were high-concentration, and most of those were more harmful and carcinogenic organic matters.

Key words: cigarette smoke; tobacco tar; PAHs

(上接第 59 页)

Effects of Fertilization Period on Seed Yield of *Bromus inermis* of Nongjing No. 6

WANG Jian-li¹, SHEN Zhong-bao¹, ZHONG Peng², DI Gui-li¹, PAN Duo-feng¹, ZHANG Rui-bo¹, LI Dao-ming¹, GAO Chao¹

(1. Grass and Science Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086; 2. Soybean Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: The seed productivity of *Bromus inermis* of Nongjing No. 6 with fertilization at different stages were studied with the single-factor random block design. It was indicated that there were significant differences in seed yield among the different treatments ($P < 0.01$) and the seed yield for fertilizing ranked the highest with 906.6 kg · hm⁻² at green-turning stage and heading stage. Therefore, fertilization at green-turning stage or heading stage was one of the best way to increase seed yield of *Bromus inermis*.

Key words: *Bromus inermis*; seed yield; fertilization period