

# 炒芝麻的挥发性成分分析

及晓东, 蔡贤坤, 严国翔

(广州市凯虹香精香料有限公司, 广东广州 510550)

**摘要:** 采用四种前处理方法(直接溶剂萃取、固相微萃取、同时蒸馏萃取、顶空蒸馏萃取)提取炒芝麻挥发性成分, 经 GC-MS 分析鉴定并根据鉴定结果调配炒芝麻香精。对香精进行评价得到以下结论: 直接溶剂萃取法适合处理含油量较小的样品, 同时蒸馏萃取法适合处理对热不敏感的样品, 顶空蒸馏萃取法适合处理对热敏感的样品。

**关键词:** 直接溶剂萃取; 固相微萃取; 同时蒸馏萃取; 顶空蒸馏萃取; 芝麻; 气质联用

**文章编号:** 1673-9078(2012)5-593-597

## Analysis of the Volatile Components of Fried Sesame

Ji Xiao-dong, Cai Xian-kun, Yan Guo-xiang

(Guangzhou Kaihong Flavour Co., Ltd, Guangzhou 510550, China)

**Abstract:** Use four kinds of pre-processing methods (solvent extraction, Solid phase micro-extraction, Simultaneous distillation and extraction and headspace distillation extraction), the volatile components of fried sesame were extracted, analyzed and identified by GC-MS. Results showed that the method of direct solvent extraction was suitable for processing the sample with smaller oil content. The simultaneous distillation and extraction method was suitable for processing non-heat-sensitive samples and the method of headspace distillation and extraction was suitable for processing heat-sensitive samples.

**Key words:** direct solvent extraction; solid phase micro-extraction (SPME); simultaneous distillation and extraction (SDE); headspace distillation extraction (HDE); sesame; GC-MS

芝麻又名胡麻, 中医学认为, 芝麻不仅能开胃健脾、利小便、和五脏、助消化、消饱胀、化积滞、降血压、顺气和中、平喘止咳、治神经衰弱, 还可以明目乌发, 是极佳的天然美容食品<sup>[1]</sup>。芝麻有黑白之分, 食用以白芝麻为好, 药用以黑芝麻为良。现代食品工业一直在探讨如何能更好地利用芝麻开发出形式多样的便捷性保健饮品<sup>[2-3]</sup>, 现市面上除黑芝麻糊外就难见到其他产业化芝麻食品, 其主要原因在于芝麻的风味在加工过程中难以稳定, 市面上又无香气逼真的炒芝麻香精来稳定风味。本文通过实验室能够提供的四种前处理方法来分析炒芝麻的挥发性成分, 根据分析鉴定结果调配炒芝麻香精, 并通过对香精的评价来探讨前处理方法的适用性。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验材料

白芝麻, 市场超市购买; 二氯甲烷, 天津富宇精细化工, 分析纯需重蒸; 己烷, 德国 merck kgaa, 色谱纯; 无水硫酸钠, 台山市粤侨试剂厂, 分析纯; 氯

收稿日期: 2012-02-16

作者简介: 及晓东 (1981-), 男, 本科, 主要从事食品挥发性风味物质研究及风味再现

化钠, 广州新成精细化工有限公司, 分析纯。

#### 1.2 实验仪器

手动 SPME 进样器, 美国 Supelco 公司; 100  $\mu\text{m}$  聚二甲基硅氧烷 PDMS 萃取纤维头美国 Supelco 公司; 气质联用仪 (GC-MS) 7890A/5975C, 美国 Agilent; 同时蒸馏萃取装置, 定制; 旋转蒸发仪 RE-52, 上海荣亚生化仪器厂; 厚底锅, 当地超市购买; 多功能搅拌机, 九阳股份有限公司; 数显水浴恒温振荡器 HTZ-82, 江苏金坛市宏华仪器

#### 1.3 样品处理方法

取白芝麻 400 g 分相等两份用厚底锅明火焙炒, 注意调节火候并不停翻炒, 直至芝麻表皮微黄。把炒好的芝麻混合均匀, 用多功能搅拌机的粉碎功能把炒芝麻打成粉, 密封保存备用。

##### 1.3.1 直接溶剂萃取法

取粉碎后的炒芝麻 100 g 加纯净水 200 g、氯化钠 40 g, 在恒温振荡器上震荡 2 h, 转速 200 r/min。震荡后用抽滤瓶抽滤, 取抽滤液, 用离心机离心处理, 取上清液用 1:1 己烷-二氯甲烷溶液震荡萃取。萃取液旋转蒸发浓缩至 2 mL 左右, 加适量无水硫酸钠除水, 过滤并用 1.5 mL 样品瓶密封, 定容至 0.5 mL 待测<sup>[4]</sup>。

##### 1.3.2 同时蒸馏萃取法 (SDE)

取粉碎后的炒芝麻100 g, 加纯净水250 g、氯化钠50 g, 置于500 mL圆底烧瓶中, 放入沸石, 连接同时蒸馏萃取装置, 使用加热套加热保持微沸. 溶剂瓶中放入80 mL二氯甲烷, 水浴保持微沸, 冷凝管接自来水冷却, 同时蒸馏萃取1.5 h. 取下溶剂瓶, 加入适量无水硫酸钠除水, 过滤后用旋转蒸发仪浓缩至2 mL左右, 移至1.5 mL样品瓶密封, 定容至0.5 mL待测<sup>[5]</sup>.

### 1.3.3 顶空蒸馏萃取法

取粉碎后的炒芝麻 100 g, 加纯净水 250 g、氯化钠 50 g, 置于 500 mL 圆底烧瓶中, 放入沸石, 连接顶空蒸馏装置, 使用加热套加热保持微沸. 冷凝管接自来水冷却, 当顶空蒸馏液至 50 mL 时结束蒸馏. 向蒸馏液中加入 50 mL 二氯甲烷, 震荡 2 h 静止分液, 取下层液用无水硫酸钠除水, 过滤后用旋转蒸发仪浓缩至 2 mL 左右, 移至 1.5 mL 样品瓶密封, 定容至 0.5 mL 待测.

### 1.3.4 固相微萃取法(SPME)

先把SPME萃取头在气相色谱的进样口老化至无杂峰出现, 老化温度250 °C. 取粉碎后的炒芝麻80 g放入250 mL锥形瓶中, 用锡箔纸封口后置于50 °C的水浴锅内, 等瓶内挥发性气体平衡后, 将SPME的针头穿透锡箔纸, 插入瓶内芝麻粉的上方, 小心推出萃取头, 萃取1.5 h后收起萃取头待测<sup>[6]</sup>.

### 1.4 气质联用仪(GC-MS)参数设置

GC条件: 色谱柱: DB-5MS (60 m×0.25 mm×0.25 μm); 进样口温度: 250 °C; 载气: 高纯氦气(99.999%); 柱流速: 1.0 mL/min; 进样量: 0.2 μL; 分流比: 10:1; 程序升温: 50 °C保持5 min, 以6 °C/min升至120 °C, 以10 °C/min升至180 °C, 以14 °C/min升至280 °C, 保持15 min.

MS条件: 辅助加热区温度: 280 °C; 离子源: EI; 电离能量: 70 eV; 离子源温度: 230 °C; 四极杆温度: 150 °C; 质量扫描范围: 41~350 u; 检索谱库: NIST08、自建谱库.

## 2 结果和讨论

### 2.1 分析结果

直接溶剂萃取、固相微萃取、同时蒸馏萃取、顶空蒸馏萃取四种前处理方法得到的样品经GC-MS分析所得总离子流图分别见图1~4. 对总离子流图进行归一化法处理, 经NIST08谱库和自建谱库检索, 加上分析经验所得结果见表1.

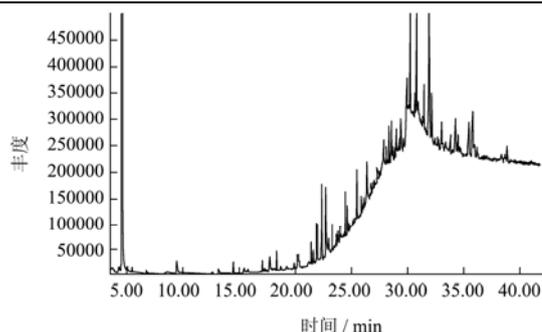


图1 直接溶剂萃取法得到的 TIC 谱图

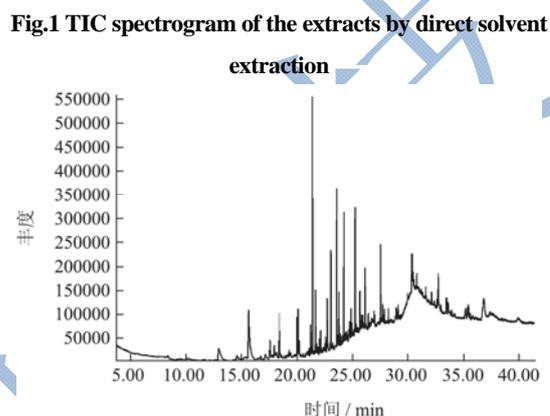


图2 固相微萃取法得到 TIC 谱图

Fig. 2 TIC spectrogram of the extracts by SPME method

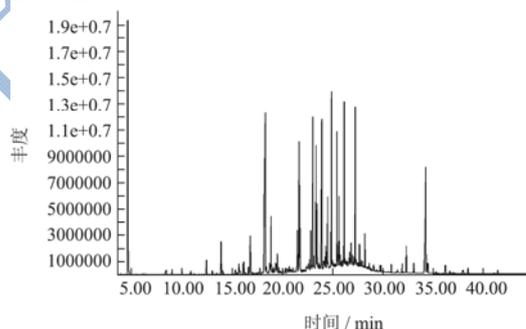


图3 同时蒸馏萃取得到的 TIC 谱图

Fig.3 TIC spectrogram of the extracts by SDE method

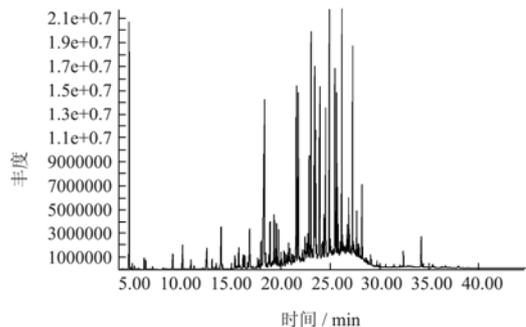


图4 顶空蒸馏萃取得到的 TIC 谱图

Fig. 4 TIC spectrogram of the extracts by HDE method

表 1 四种前处理方法分析鉴定结果

Table 1 Identification of components in the extracts by four kinds of pre-treatment method

| 序号 | 化合物名称         | 相对含量/%     |           |            |            |
|----|---------------|------------|-----------|------------|------------|
|    |               | 直接溶<br>剂萃取 | 固相微<br>萃取 | 同时蒸<br>馏萃取 | 顶空蒸<br>馏萃取 |
| 1  | 甲硫醇           |            |           | 0.02       |            |
| 2  | 2,3-丁二酮       |            |           | 0.03       |            |
| 3  | 异丁醛           |            |           |            | 0.05       |
| 4  | 2-丁酮          | 0.96       |           | 0.20       | 0.01       |
| 5  | 2-丁醇          |            |           | 0.02       | 0.01       |
| 6  | 2-甲基-3-丁烯-2-醇 |            |           | 0.03       | 0.03       |
| 7  | 2-丁烯醛         |            |           | 0.02       | 0.01       |
| 8  | 异戊醛           |            |           | 0.82       | 0.10       |
| 9  | 2-甲基丁醛        |            |           | 0.60       | 0.07       |
| 10 | 甲基烯丙基硫醚       |            |           |            | 0.01       |
| 11 | 甲基丙基二硫醚       |            |           |            | 0.06       |
| 12 | 3-戊烯-2-醇      |            |           | 0.01       | 0.04       |
| 13 | 2,3-戊二酮       |            |           | 0.02       |            |
| 14 | 戊醛            |            |           | 0.19       | 0.03       |
| 15 | 甲基丙烯基硫醚       |            |           |            | 0.02       |
| 16 | 乙偶姻           |            |           | 0.03       |            |
| 17 | 异戊醇           |            |           | 0.03       | 0.71       |
| 18 | 2-甲基丁醇        |            |           | 0.02       |            |
| 19 | 2-甲基-2-丁烯醛    |            |           | 0.03       | 0.01       |
| 20 | 吡啶            |            |           | 0.04       |            |
| 21 | 丙二醇           |            |           | 0.03       | 1.00       |
| 22 | 2-甲基吡啶        |            | 1.51      |            |            |
| 23 | 吡咯            |            |           | 0.04       |            |
| 24 | 甲硫基乙醇         |            |           | 0.01       |            |
| 25 | 巯基丙酮          |            |           |            | 0.05       |
| 26 | 戊醇            |            |           | 1.70       |            |
| 27 | 2-己酮          |            |           | 0.02       |            |
| 28 | 环戊酮           |            |           | 0.012      |            |
| 29 | 己醛            | 1.75       |           | 1.96       | 0.39       |
| 30 | 2-甲基四氢呋喃-3-酮  |            |           | 0.02       |            |
| 31 | 2-甲基吡啶        |            |           | 0.01       |            |
| 32 | 戊硫醇           |            |           | 0.03       |            |
| 33 | 2-甲基吡嗪        |            | 1.19      | 0.70       | 0.40       |
| 34 | 糠醛            |            |           | 0.28       | 0.15       |
| 35 | 苻腈            |            | 1.03      |            |            |
| 36 | 2-甲基环戊酮       |            |           | 0.01       |            |
| 37 | 2-甲基环戊醇       |            |           | 0.02       |            |
| 38 | 4-甲基噻唑        |            |           | 0.02       | 0.02       |
| 39 | 反-2-己烯醛       |            |           | 0.05       | 0.02       |

|    |                |  |  |      |       |       |       |
|----|----------------|--|--|------|-------|-------|-------|
| 40 | 糠醇             |  |  |      | 0.09  | 0.05  |       |
| 41 | 3-甲基吡啶         |  |  |      |       | 0.03  |       |
| 42 | 己醇             |  |  |      | 2.79  | 1.91  |       |
| 43 | 2,4-二甲基噻唑      |  |  |      |       | 0.01  |       |
| 44 | 2-庚酮           |  |  |      | 0.76  | 0.37  |       |
| 45 | 环己酮            |  |  |      | 0.07  | 0.02  |       |
| 46 | 己酸             |  |  | 2.39 |       |       |       |
| 47 | 庚醛             |  |  |      | 0.41  | 0.14  |       |
| 48 | 2-庚醇           |  |  |      |       | 0.01  |       |
| 49 | 2,5-二甲基吡嗪      |  |  | 2.05 | 16.30 | 4.44  | 3.57  |
| 50 | 2-乙基吡嗪         |  |  |      |       | 0.27  | 0.25  |
| 51 | 2,3-二甲基吡嗪      |  |  |      |       | 0.20  | 0.25  |
| 52 | 3-巯基丙酸甲酯       |  |  |      |       |       | 0.09  |
| 53 | 2-乙基吡嗪         |  |  |      |       | 0.05  | 0.04  |
| 54 | 反-2-庚烯醛        |  |  | 2.77 |       | 1.10  | 0.32  |
| 55 | 5-甲基糠醛         |  |  |      |       | 0.02  | 0.15  |
| 56 | 苯甲醛            |  |  |      |       | 1.63  | 1.18  |
| 57 | 苯乙醚            |  |  |      | 43.89 |       |       |
| 58 | 庚醇             |  |  |      |       | 0.22  | 0.54  |
| 59 | 庚酸             |  |  | 0.27 |       |       |       |
| 60 | 1-辛烯-3-醇       |  |  |      |       | 1.92  | 1.76  |
| 61 | 2-辛酮           |  |  |      |       |       | 0.21  |
| 62 | 2-戊基呋喃         |  |  |      |       | 0.90  |       |
| 63 | 2-乙基-6-甲基吡嗪    |  |  |      | 0.23  | 0.56  | 0.82  |
| 64 | 辛醛             |  |  |      |       | 0.99  |       |
| 65 | 2-乙基-3-甲基吡嗪    |  |  | 1.47 |       | 3.54  | 5.06  |
| 66 | 2-噻吩甲醛         |  |  |      |       | 0.04  |       |
| 67 | 4-乙基环己醇        |  |  |      |       | 0.22  |       |
| 68 | 2-甲基苯甲醛        |  |  |      |       | 0.08  |       |
| 69 | 2-乙酰基噻唑        |  |  |      |       | 0.02  | 0.05  |
| 70 | 2-乙酰基吡嗪        |  |  |      |       |       | 0.23  |
| 71 | 柠烯             |  |  |      |       | 0.20  |       |
| 72 | 3-辛烯-2-酮       |  |  |      |       | 0.79  | 0.75  |
| 73 | 罗勒烯            |  |  |      | 1.05  | 1.84  |       |
| 74 | 苯乙醛            |  |  | 2.70 |       | 31.41 | 32.89 |
| 75 | 反-2-辛烯醛        |  |  |      |       | 0.96  | 0.58  |
| 76 | 反-2-辛烯醇        |  |  |      |       | 0.43  | 0.24  |
| 77 | 呋喃酮            |  |  | 0.51 |       |       |       |
| 78 | 辛醇             |  |  |      |       | 0.58  | 0.66  |
| 79 | 吡咯烷酮           |  |  | 1.70 |       |       |       |
| 80 | 苯乙酮            |  |  |      |       | 0.22  | 0.24  |
| 81 | 3-乙基-2,5-二甲基吡嗪 |  |  |      | 6.86  | 3.20  | 4.93  |
| 82 | 2-乙基-3,5-二甲基吡嗪 |  |  |      |       | 0.24  | 0.27  |
| 83 | 5-乙基-2,3-二甲基吡嗪 |  |  |      |       | 0.06  | 0.29  |

转下页

接上页

|     |                |       |       |        |       |
|-----|----------------|-------|-------|--------|-------|
| 84  | 2-壬酮           |       | 0.026 | 0.23   |       |
| 85  | 愈创木酚           |       |       | 0.30   |       |
| 86  | 壬醛             | 4.01  | 1.94  | 3.29   | 2.13  |
| 87  | 2-乙酰基-3-甲基吡嗪   |       |       |        | 0.14  |
| 88  | 麦芽酚            | 1.38  |       |        |       |
| 89  | 异松油烯           |       |       |        | 0.27  |
| 90  | 3-壬烯-2-酮       |       |       |        | 0.38  |
| 91  | 辛酸             | 1.27  |       |        |       |
| 92  | 辛酸甲酯           |       | 1.32  |        |       |
| 93  | 3,5-二乙基-2-甲基吡嗪 |       | 0.26  | 0.21   | 0.27  |
| 94  | 2,6-二乙基-5-甲基吡嗪 |       |       |        | 0.44  |
| 95  | 壬醇             |       |       |        | 0.40  |
| 96  | 2-戊基吡啶         | 3.67  | 10.66 | 3.57   | 10.86 |
| 97  | 反-2-辛烯酸        | 0.27  |       |        |       |
| 98  | 反-2-癸烯醛        | 4.49  |       |        |       |
| 99  | 壬酸             | 3.36  |       |        |       |
| 100 | 茴香脑            |       |       |        | 0.15  |
| 101 | 2-苯基-2-丁烯醛     |       |       |        | 0.86  |
| 102 | 2,4-癸二烯醛       | 7.95  | 2.71  | 4.26   | 3.71  |
| 103 | 癸酸甲酯           |       | 2.18  |        |       |
| 104 | 2,4-癸二烯醛       | 14.61 | 6.39  | 21.033 | 17.98 |
| 105 | 癸酸乙酯           |       | 1.23  |        |       |
| 106 | 4-乙烯基愈创木酚      | 4.01  |       |        |       |
| 107 | 佛手柑油烯          |       | 1.26  | 0.83   |       |
| 108 | 芝麻酚            | 28.24 |       |        |       |
| 109 | 反-2-十二烯醛       | 2.46  |       |        |       |
| 110 | 香兰素            | 1.94  |       |        |       |
| 111 | 香草乙酮           | 5.77  |       |        |       |
| 112 | 十六酸乙酯          |       |       | 0.12   |       |

2.2 样品调配

表2 参考四种样品前处理调配出的香精样品评价

Table 2 Sensory evaluation of the flavor samples with four pre-treatment methods

| 编号 | 香气 | 稀释 1%后的香气<br>(糖水稀释)      | 稀释 1%后的口<br>感(糖水稀释)   |
|----|----|--------------------------|-----------------------|
| a  | 最好 | 炒芝麻的特征香气                 | 细腻厚实, 特征感强            |
| b  | 最差 | 头香有股不舒服的<br>气息, 略带炒芝麻香气  | 较重的异味                 |
| c  | 偏生 | 头香花香较重, 带有明<br>显炒芝麻的特征香气 | 香气爆发, 体香<br>突出, 但不够厚实 |
| d  | 偏焦 | 特有的研磨炒芝麻香气               | 香气飘逸不厚实               |

参照分析结果, 并结合调香经验和食品添加剂使用卫生标准调配出四个样品, 分别为 a、b、c、d。其中 a 为参照直接溶剂萃取法结果调配所得, b 为参照

固相微萃取法结果调配所得, c 为参照同时蒸馏萃取法结果调配所得, d 为参照顶空蒸馏萃取法结果调配所得。对四个样品从香气和口感方面进行评价, 结果见表 2, 四个样品的配比见表 3。

表3 参考四种样品前处理调配出的香精样品配方

Table 3 Formula of flavor sample with four pre-treatment methods

| 序号 | 化合物名称            | 参考配方(质量百分比/%) |      |        |       |
|----|------------------|---------------|------|--------|-------|
|    |                  | a             | b    | c      | d     |
| 1  | 甲硫醇              |               |      | 0.0006 |       |
| 2  | 异丁醛              |               |      |        | 0.01  |
| 3  | 异戊醛              |               |      | 0.14   | 0.02  |
| 4  | 异戊醇              |               |      | 0.05   | 0.07  |
| 5  | 巯基丙酮             |               |      |        | 0.002 |
| 6  | 己醛               | 0.17          |      | 0.19   | 0.04  |
| 7  | 2-甲基吡嗪           |               | 0.12 | 0.07   | 0.04  |
| 8  | 糠醛               |               |      | 0.04   | 0.02  |
| 9  | 4-甲基噻唑           |               |      |        | 0.01  |
| 10 | 己醇               |               |      | 0.27   | 0.19  |
| 11 | 4,5-二甲基噻唑        |               |      |        | 0.01  |
| 12 | 2-庚酮             |               |      | 0.07   | 0.04  |
| 13 | 己酸               | 0.20          |      |        |       |
| 14 | 庚醛               |               |      | 0.04   |       |
| 15 | 2,5-二甲基吡嗪        | 0.20          | 1.6  | 0.44   | 0.36  |
| 16 | 2,3-二甲基吡嗪        |               |      | 0.02   | 0.02  |
| 17 | 反-2-庚烯醛          | 0.02          |      | 0.005  | 0.003 |
| 18 | 苯甲醛              |               |      | 0.16   | 0.12  |
| 19 | 庚醇               |               |      | 0.02   | 0.05  |
| 20 | 庚酸               | 0.03          |      |        |       |
| 21 | 1-辛烯-3-醇         |               |      | 0.19   | 0.17  |
| 22 | 辛醛               |               |      | 0.095  |       |
| 23 | 2-乙基-3-甲基吡嗪      | 0.15          | 0.03 | 0.406  | 0.58  |
| 24 | 2-乙酰基噻唑          |               |      | 0.012  | 0.01  |
| 25 | 2-乙酰基吡嗪          |               |      |        | 0.02  |
| 26 | d-柠檬烯            |               |      | 0.02   |       |
| 27 | 罗勒烯              |               | 0.1  | 0.12   |       |
| 28 | 苯乙醛              | 0.26          | 0.24 | 2.25   | 3     |
| 29 | 反-2-辛烯醛          |               |      | 0.005  |       |
| 30 | 呋喃酮              | 0.05          |      |        |       |
| 31 | 辛醇               |               |      | 0.06   |       |
| 32 | 苯乙酮              |               |      | 0.025  |       |
| 33 | 2-乙基-3,5/6-二甲基吡嗪 |               | 0.68 | 0.34   | 0.5   |
| 34 | 2-壬酮             |               |      | 0.02   | 0.02  |
| 35 | 愈创木酚             |               |      |        | 0.03  |

转下页

接上页

|    |                |       |       |         |       |
|----|----------------|-------|-------|---------|-------|
| 36 | 壬醛             | 0.40  | 0.19  | 0.32    | 0.22  |
| 37 | 2-乙酰基-3-甲基吡嗪   |       |       |         | 0.015 |
| 38 | 麦芽酚            | 0.14  |       |         |       |
| 39 | 辛酸             | 0.12  |       |         |       |
| 40 | 辛酸甲酯           |       | 0.13  |         |       |
| 41 | 2,5-二乙基-3-甲基吡嗪 |       | 0.03  | 0.02    | 0.07  |
| 42 | 2-戊基吡啶         | 0.10  | 0.1   | 0.1     | 0.2   |
| 43 | 反-2-癸烯醛        | 0.02  |       |         |       |
| 44 | 茴香脑            |       |       |         | 0.015 |
| 45 | 反-反-2,4-癸二烯醛   |       | 0.02  | 0.03    | 0.015 |
| 46 | 癸酸乙酯           |       | 0.12  |         |       |
| 47 | 4-乙基愈创木酚       | 0.16  |       |         |       |
| 48 | 香兰素            | 0.12  |       |         |       |
| 49 | 十六酸乙酯          |       |       | 0.01    |       |
| 50 | 丙二醇            | 97.86 | 96.64 | 94.4614 | 94.13 |

### 3 讨论

3.1 从总离子流图可看出,直接溶剂萃取法和 SPEM 法离子碎片丰度较弱,出峰信号差,得到的挥发性物质少,而 SDE 和顶空蒸馏萃取出峰信号强,得到的挥发性物质多。其原因在于直接萃取法中炒芝麻粉在常温状态下淀粉易吸附住挥发性物质,挥发性成分难以释放,芝麻含油量又高,会有不少高级脂肪酸在萃取时被转移到了萃取相中,浓缩时高级脂肪酸难以除去,从而降低了待测样中挥发性芳香物的含量。SPME 法中萃取头对物质有选择性吸附,且吸附量小,因而信号差。SDE 法和顶空蒸馏萃取法中对样品有加热处理,挥发性物质容易从样品中逸出,难挥发性的高级脂肪酸仍保留在样品里,因而萃取剂里含的挥发性物质多,也便于浓缩处理,因此仪器分析时出峰信号好。

3.2 从表 2 可以看出,SPME 法的分析结果偏差最大,难以还原炒芝麻的香气。直接溶剂萃取法能够还原炒芝麻的底香和口感,顶空蒸馏萃取法能够还原炒芝麻的头香,而同时蒸馏萃取法兼顾头香和体香,但同时蒸馏萃取法因加热时间长,成分改变大,和炒芝麻的固有风味成分会有差异,在开发香精样品时还需调香

师进一步甄别和筛选。

3.3 从表 1 可看出 2-戊基吡啶在四种分析方法中都可得到,可见对香气有一定的贡献。从调配结果来看 2-戊基吡啶可使炒芝麻香气更具实物感,口感带有芝麻皮特有的风味,是调芝麻香精不可缺少的原料。有资料显示芝麻酚是芝麻油的主要香气成分,而四种方法中仅直接溶剂萃取得到了芝麻酚,可见芝麻酚的挥发性差,对香气贡献并不大。2,4-癸二烯醛、苯乙醛在分析结果中的相对丰度都比较高,但实际含量并没这么高,估计是仪器对这类物质响应好造成的。2,4-癸二烯醛有顺反结构和反反结构,是构成脂肪香不可缺少的原料,苯乙醛具有甜美的花香,但在炒芝麻香精的调配中却能使吡嗪类物质产生更好的焦香。

### 4 结论

实验表明,固相微萃取法效果较差,这可能与萃取头的选用有关,直接溶剂萃取法适合处理含油量较小并希望开发耐温香精的样品,同时蒸馏萃取法适合处理对热不敏感并希望开发具有一定耐温性香精的样品,顶空蒸馏萃取法适合处理对热敏感并希望开发爆发感强的香精的样品。也可根据开发需求几种方法结合使用,为研发人员提供较详细的原始信息。

### 参考文献

- [1] 张洪国.巧做芝麻食品[J].农产品加工,2011,8:34-35
- [2] 大豆芝麻乳酸菌发酵饮料的研制[J].食品工业科技,2007,6:155-157
- [3] 黑米黑芝麻谷物牛奶的配方优化[J].食品研究与开发,2011,2:82-85
- [4] 改性茶油中游离脂肪酸的脱除工艺研究[J].现代食品科技,2011,5:564-567
- [5] 宋国新,余应新,王林祥,等.香气分析技术与实例[M].北京:化学工业出版社,2008
- [6] M E Guerzoni, P Vernocchi, M Ndagijimana, et al. Generation of aroma compounds in sourdough: Effects of stress exposure and lactobacilli-yeasts interactions [J]. Food microbiology, 2007, 24: 139-148