

顶空固相微萃取-气质联用技术检测油菜籽中挥发性成分

唐莹莹, 刘婷婷, 袁建*

(南京财经大学食品科学与工程学院, 南京 210046)

摘要: **目的** 采用气相色谱-质谱(GC-MS) 技术对正常油菜籽与霉变油菜籽中挥发性成分进行鉴定和分类分析。**方法** 采用顶空固相微萃取(HS-SPME)技术对油菜籽中的挥发性成分进行萃取, 优化顶空固相微萃取的微萃取头、萃取温度、萃取时间和解析时间等条件, 并结合气相色谱-质谱(GC-MS) 技术对正常油菜籽与霉变油菜籽中挥发性成分进行测定。**结果** 顶空固相微萃取的最佳条件为固相萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS、萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$ 、萃取时间 60 min、解吸时间 3 min。在最佳实验条件下, GC-MS 鉴定出油菜籽中挥发性成分主要有醛类、酮类、醇类、烃类、少量酸、酯类物质及杂环类等多种组分, 其中烃类含量最高; 3-辛酮、苯乙酮、苯乙醛、苯乙醇、以及十九烷、二十一烷等烷烃类化合物仅在霉变油菜籽中检出。**结论** 该方法可较好地地区分正常油菜籽与霉变油菜籽。

关键词: 顶空固相微萃取; 气质联用; 油菜籽; 挥发性成分

Detection of volatile components in rapeseed by solid phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry

TANG Ying-Ying, LIU Ting-Ting, YUAN Jian*

(College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China)

ABSTRACT: Objective The volatile components of normal rapeseed and mildew rapeseed have been identified and classified by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technology. **Methods** The headspace solid phase microextraction (HS-SPME) technology has been used to extract volatile components in rapeseed, and the headspace solid phase microextraction head, extraction temperature, extraction time and the analytic conditions were optimized. Finally, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technology was used for the determination of volatile components in rapeseed and mildew rapeseed. **Results** The optimized conditions of HS-SPME were extraction fiber of 30/50 μm DVB/CAR/PDMS, extraction temperature of 60 $^{\circ}\text{C}$, extraction time of 60 min, and desorption time of 3 min, respectively. Under the optimal experimental conditions, the original samples and the mildew samples could be distinguished by SPME-GC-MS. The results showed that volatile compounds in rapeseed were aldehydes, alcohols, ketones, hydrocarbons, some acid ester compounds, and heterocycle group, in which alkane was the most group. 3-symplectic ketone, acetophenone,

基金项目: 国家科技支撑计划项目(2013BAD17B03)

Fund: Supported by Key Technologies R&D Program of China (2013BAD17B03)

*通讯作者: 袁建, 教授, 主要研究方向食品质量安全评价与控制、粮油深加工。E-mail: yjian_nj@163.com

*Corresponding author: YUAN Jian, Professor, College of Food Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210046, China. E-mail: yjian_nj@163.com

benzene acetaldehyde, phenylethyl alcohol, and alkane compounds such as nonadecane and heneicosane were only detected in the mildew rapeseed. **Conclusion** This method can better distinguish the normal rapeseed and mildew rapeseed.

KEY WORDS: headspace solid phase micro-extraction (HS-SPME); gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS); rapeseed; volatiles components

1 引言

油菜籽在我国的产量很大,是我国主要油料经济作物之一,占世界总产量的30%左右^[1]。油菜籽含油率高,且脂肪90%以上为不饱和脂肪酸,储藏期间若储存条件不当,极易发生霉变,降低其工业加工及商业价值。油菜籽霉变与其气味、挥发性物质种类及含量密切相关^[2]。因此探讨利用综合气味来表征油菜籽品质变化,或者寻找并确定一种或几种在性质方面稳定、准确、灵敏地挥发性气体作为油菜籽储藏期间的评价指标具有重要意义。

目前测定挥发性物质的常用方法是固相微萃取法(SPME),此方法用对稻谷以及中草药的挥发性成分的研究^[3-4],但对油菜籽挥发性成分研究较少,且固相微萃取技术前处理较为复杂,油菜籽挥发性物质相对浓度低,阈值低^[5],在挥发性成分的提取分离、分析以及控制释放等方面难度较大,通常需要高效的提取浓缩前处理方法^[6]。顶空固相微萃取法(solid phase micro-extraction, HS-SPME)适用于各类挥发性甚至是难挥发性物质的萃取富集和分析^[7],本实验利用顶空萃取技术直接对样品油进行处理前处理简单,人为误差较小,更加准确方便^[8],可以与气质分析仪器联用,操作快速、简便、高效、无需有机溶剂^[9],运用气相色谱-质谱(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)可以实现对复杂混合物的成分分析、鉴定和定量分析^[10]。本实验采用顶空固相微萃取方法结合GC-MS分析正常油菜籽与霉变油菜籽中挥发性成分的变化,分别对萃取头材料、萃取温度、萃取时间等因素进行优化,找出可以表征油菜籽主要品质变化的标志性挥发物,为油菜籽的品质辨别提供可靠的科学依据。

2 材料与方法

2.1 材料

油菜籽,秦油十号,江苏省农业科学研究所

提供。

2.2 仪器和设备

安捷伦 7890N-5975GC-MS 气质联用仪:美国 Agilent 公司; HP-5MS 柱: 30 m×250 μm×0.25 μm: 美国 Agilent 公司; 固相微萃取头: 美国 Supelco 公司; 20 mL 顶空瓶(螺纹磁力盖+隔垫): 浙江爱吉仁科技仪器有限公司; 50 mL 顶空微萃取瓶: 美国 Agilent 公司; CH-9230 恒温水浴锅: Switzerland 步琪公司。

2.3 顶空微萃取分析条件

称取 10.00 g 油菜籽样品放入 50 mL 顶空样品瓶中,密封后置于预先设好温度的恒温水浴锅中平衡 20 min,分别在固相萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS,萃取温度 60 °C,萃取时间 60 min 的条件下,使用顶空固相微萃取方法将萃取头插入顶空瓶吸附 60 min,于 GC-MS 进样口 250 °C,解析 3 min 进行分析。

2.4 GC-MS 分析条件

GC-MS 分析条件:毛细管柱: HP-5MS; 检测器: 5975MSD; GC 升温程序: 起始温度 50 °C 保持 3 min; 5 °C/min 升到 110 °C 保持 0 min; 3 °C/min 升到 180 °C 保持 2 min; 25 °C/min 升到 240 °C 保持 3 min; 进样口温度 250 °C; 载气: He; He 流速 1.0 mL/min; 分流方式: 不分流; 质谱条件: 离子源 EI 源,离子源温度 230 °C,接口温度 280 °C,电子能量为 70 eV,扫描范围 m/z 为 35.0~450.0,采集方式 Scan。

萃取头的老化: 萃取头首次使用时,需在 GC 进样口(N_2 环境下)250 °C 老化 2~3 h; 每次进样前萃取头在 250 °C 下老化 20 min,以保证萃取头中无挥发性干扰成分。

2.5 数据处理方法

各未知挥发性气体成分的定性由计算机检索与 NIST 08L 标准谱库相匹配得出; 仅统计出匹配度均大于 800 左右的挥发性成分; 挥发性成分的定量分析采用相对峰面积归一化法。

3 结果与讨论

3.1 固相微萃取头的确定

选择灵敏、准确的萃取头是使用 SPME 装置进行实验研究的关键工作。萃取头的涂层材料可分为有机高分子涂层材料和无机涂层材料两大类, 萃取头的萃取吸附能力由固定相及其厚度决定, 厚涂层较薄涂层而言, 能够吸附更多高沸点组分, 10~100 μm 是膜的正常厚度^[11-12]。

在样品量 10.00 g, 吸附时间 60 min, 萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 250 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 3 min 的条件下, 进行 3 次平行试验, 比较固定相分别为 100 μm PDMS(聚二甲基硅氧烷)、65 μm PDMS/DVB(聚二甲基硅氧烷/二乙烯基苯)、85 μm PA(聚甲基丙烯酸甲酯)、30/50 μm DVB/CAR/PDMS(聚二乙烯基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷)四种萃取头对油菜籽挥发性成分的萃取效果。

根据挥发性物质的峰面积确定最佳萃取头材料, 结果如图 1 所示, 萃取总峰面积最小的是 PDMS/DVB, 为 0.2×10^9 , 固定相为 30/50 μm DVB/CAR/PDMS 中性复合涂层萃取头萃取得到的挥发性物质种类和数量最高, 萃取总峰面积高达 1.07×10^{10} , 萃取效果最好, 故选择 30/50 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头。

3.2 萃取温度的确定

影响 SPME 萃取效率的因素有很多, 对于 SPME 萃取效率来看, 并不需要严格要求样品达到全部吸附或者彻底平衡, 然而稳定的萃取温度及时间对定量分析很关键^[13]。对于顶空固相微萃取(HS-SPME)法来说, 萃取温度对萃取头富集样品效率有着双重影响。一方面, 随着温度升高, 气体分子运动速率也会加快, 样品中挥发性成分易逸出, 有利于萃取; 另一方面, 由于萃取头吸附过程一般为放热反应, 升高温度有时会降低萃取纤维涂层的富集能力。总的来说, 要想高效率完成样品萃取这一步骤, 既要保持较高的萃取介质温度又使萃取纤维表面处于较低温状态, 一般萃取温度为 40~90 $^{\circ}\text{C}$ ^[14]。

在样品量为 10.00 g, 萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS, 萃取时间 60 min, 250 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 3 min 的条件下, 选择萃取温度分别为 40、50、60、70、80、90 $^{\circ}\text{C}$, 探索萃取温度对油菜籽挥发性成分的影响。

由图 2 所示, 随着萃取温度的升高, 萃取头吸附气体的量越丰富, 温度为 60 $^{\circ}\text{C}$ 时峰面积为 9.05×10^9 ,

当温度升至 70 $^{\circ}\text{C}$, 峰面积为 9.30×10^9 , 此时峰面积趋于平缓, 且差异不显著($P > 0.05$); 当温度升至 80 $^{\circ}\text{C}$ 时, 峰面积呈大幅度增加趋势, 达 1.14×10^{10} , 差异显著($P < 0.05$); 温度达 90 $^{\circ}\text{C}$ 时, 峰面积达到最大值 1.22×10^{10} , 但此时差异不显著($P > 0.05$)。80 $^{\circ}\text{C}$ 时的大部分挥发性组分性质发生改变且种类增加, 但萃取温度过高会使油菜籽品质在萃取阶段即开始劣变, 而无法真实反映油菜籽实际品质; 另一方面, 高温也会降低萃取头的稳定性, 综合考虑, 选取最佳萃取温度为 60 $^{\circ}\text{C}$ 。

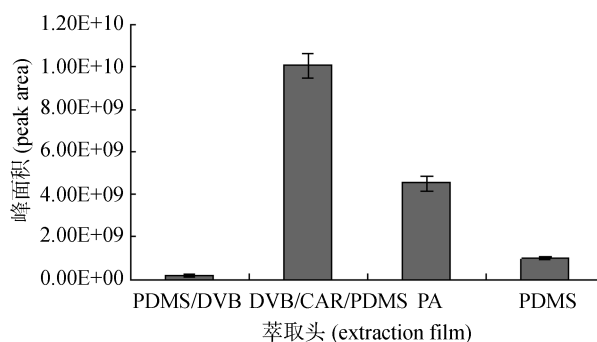


图 1 不同萃取头的萃取效果($n=3$)

Fig. 1 The effect of different extraction film on extraction efficiency($n=3$)

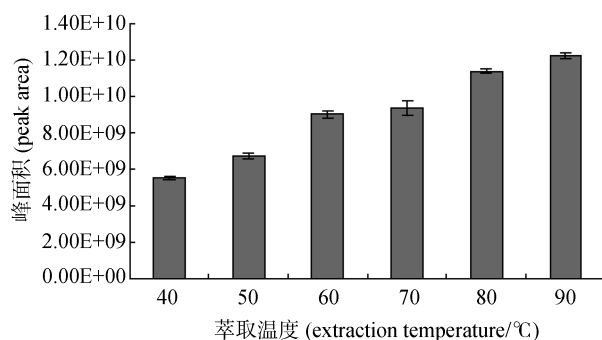


图 2 不同萃取温度对萃取效果的影响($n=3$)

Fig. 2 The effect of different extraction temperature on extraction efficiency($n=3$)

3.3 萃取时间的确定

萃取时间是指达到或者接近富集平衡所需要的时间。萃取时间过长或者过短, 会影响样品的稳定性^[15]。根据待测样品性质的不同, 萃取时间一般为 20~80 min, 影响萃取时间的因素主要有萃取

头、分配系数、样品的扩散系数、萃取温度、顶空体积等^[16]。随萃取时间的延长,待测组分在短时间内萃取量会增加快速,而后吸附量会维持恒定甚至有所下降,因此萃取时间应选择萃取量趋于恒定所对应的时间。

在样品量为 10.00 g, 萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS, 萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 250 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 3 min 的条件下, 选择萃取时间分别为 40、50、60、70、80 min, 探索最佳萃取时间对油菜籽挥发性成分的影响。

如图 3 所示, 峰面积随着萃取时间的延长而逐渐增加, 萃取时间为 60 min 时, 峰面积为 1.05×10^{10} , 当萃取时间继续增加时, 峰面积增加缓慢趋于恒定, 且差异不显著($P>0.05$), 萃取时间选择萃取量趋于恒定所对应的时间, 因此选择萃取时间为 60 min。

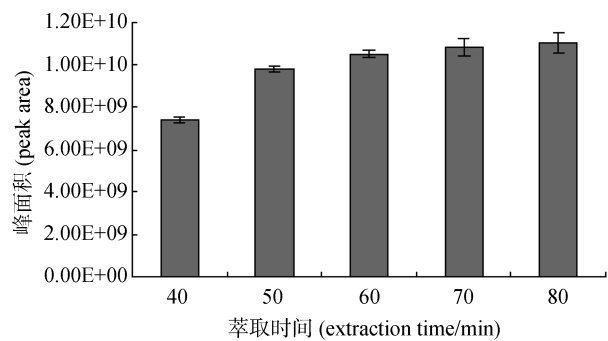


图 3 不同吸附时间对萃取效果的影响($n=3$)

Fig. 3 The effect of different extraction time on extraction efficiency($n=3$)

3.4 解吸时间的选择

待测样品的解吸完全程度与解吸时间联系密切, 解吸完全对于样品定量分析稳定性尤为重要。解吸时间过短, 对后续样品测定造成污染的同时也影响方法灵敏性; 而解吸时间过长萃取头寿命会受到影响。

在样品量为 10.00 g, 萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS, 萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 萃取时间为 60 min 的条件下, 研究在 250 $^{\circ}\text{C}$ 下分别解析 1、2、3、4 min, 确定最佳解吸时间对油菜籽挥发性成分的影响。

结果如图 4 所示, 样品待测物解析量随解析时间的延长呈先上升后下降趋势, 解析量于 3 min 时达到最大, 最大峰面积为 1.14×10^{10} , 可能由于解析时间过长而导致不同的峰相叠加造成峰面积下降。因此最佳解吸时间选取 3 min。

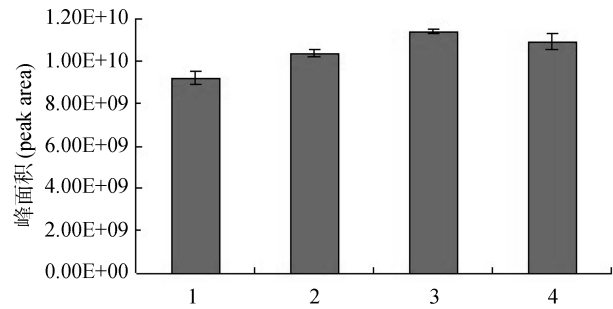


图 4 不同解析时间对解吸效果的影响($n=3$)

Fig. 4 The effect of different desorption time on desorption efficiency($n=3$)

3.5 精密度的确定

在最佳顶空固相微萃取条件下, 同一样品进行 5 次重复性试验, 计算总峰面积和总峰高的相对标准偏差(relative standard deviation, RSD), 结果见表 1。

表 1 油菜籽中挥发性成分分析精密性实验结果
Table 1 Experimental results of accuracy for volatile components in rapeseed

测定次数	总峰高	总峰面积
1	228919782	10625747592
2	220879907	10679750872
3	210879907	10525747592
4	219679907	10526248159
5	210689907	10366551886
平均值(mean)	218209882	10544809220
标准偏差(SD)	7652949.146	119628388.4
相对标准偏差(RSD)/%	3.51	1.13

从表 1 可以看出, 总峰面积 RSD 为 1.13%和总峰高 RSD 为 3.51%, 达到 RSD<5%的要求, 说明本方法具有较好的精密度。

3.6 SPME-GC-MS 分析油菜籽中挥发性成分

利用 HS-SPME 与 GC-MS 联用法在 30/50 μm DVB/CAR/PDMS 固相萃取头, 萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 萃取时间 60 min, 解吸时间 3 min 的条件下对油菜籽中的挥发性成分进行分离与鉴定, 结果如图 5 所示。

油菜籽原样与霉变样品的色谱图有明显差异, 大部分组分出峰位置相似, 但在含量上有区别。与原

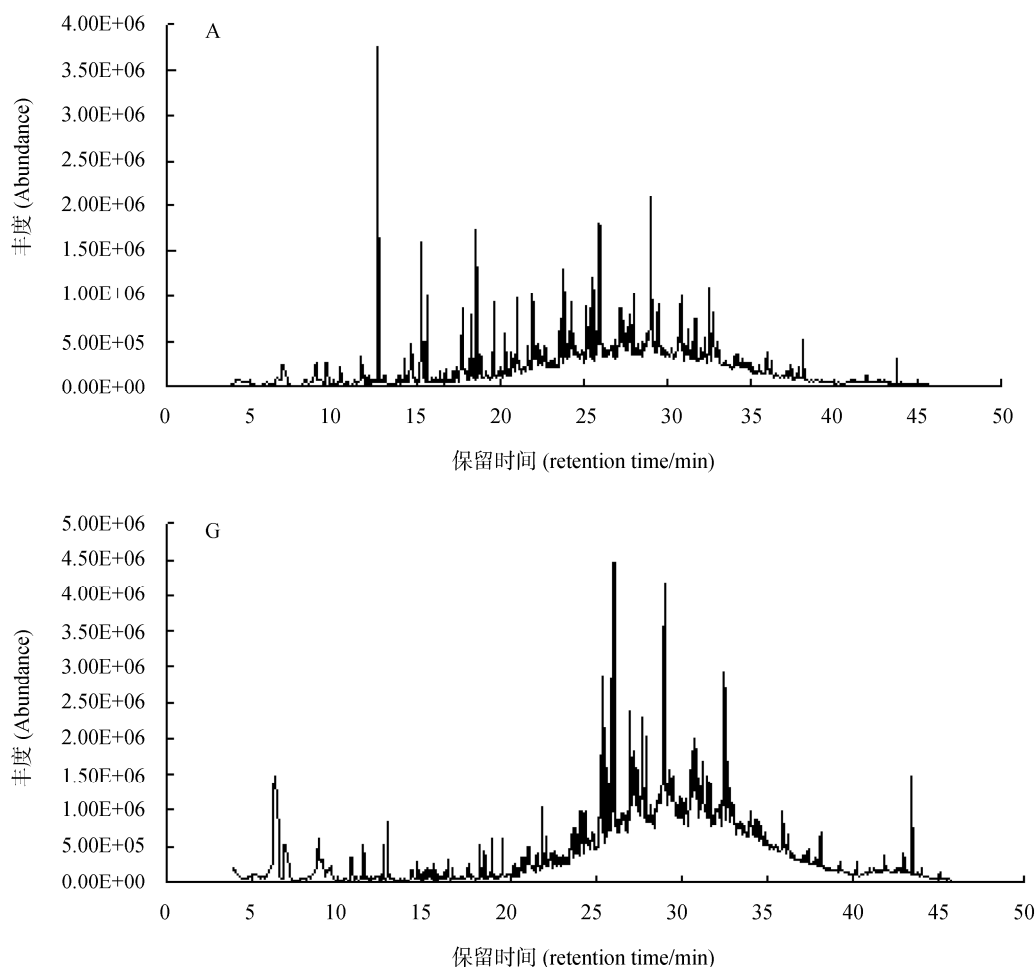


图 5 油菜籽挥发性成分总离子流色谱图(A 为正常油菜籽; G 为霉变油菜籽)

Fig. 5 The total ion chromatogram of volatile components of rapeseed(A: rapeseed; G: mildew rapeseed)

始样品相比, 霉变样出峰差主要集中于 10~25 min 之间, 且色谱峰图形有所不同, 说明挥发性成分组成存在差别。同时也说明使用优化的 SPME-GC-MS 方法可将原始样品以及霉变样品中各个挥发性成分较好地分离。

使用优化后的 SPME-GC-MS 共检出油菜籽样品挥发性成分 95 种, 原始样和霉变样分别为醛类 3、5 种, 醇类 3、5 种, 酮类 1、2 种, 酸酯类 7、9 种, 酚类 1、1 种; 醚类 1、1 种; 烷烃类 40、73 种, 各主要成分及相对含量见表 2。

由表 2 知, 只在霉变样中检出的有: 酮类: (3-辛酮、苯乙酮); 醛类(苯乙醛); 醇类(苯乙醇); 烷烃类(十九烷、二十一烷)。只在原样中检出的有: 4-甲基-十五烷。在两种样品中均检出有: 醛类(壬醛、癸醛), 两者含量减少; 烷烃类: 出峰时间 18.530~29.013 min

范围内的烷烃类(十三烷、十四烷、4-甲基-十四烷、3-甲基-十四烷、十五烷、十六烷)含量下降, 出峰时间在 29.981~42.989 min 范围内的烷烃类(2-甲基-十六烷、十七烷、2,6,10,14-四甲基-十五烷、3-甲基-十七烷、十八烷、二十烷)含量增加。此外, 酚类(2,6-二叔丁基对甲苯酚)、醚类(2,6-二叔丁基苯醚)、酸类(壬酸)含量减少。

4 结 论

利用顶空固相微萃取和气相色谱-质谱技术对油菜籽的挥发性成分进行研究, 优化顶空固相微萃取的试验条件, 包括固相微萃取头、萃取温度、萃取时间和解析时间等条件, 油菜籽挥发性成分的最佳分析条件为: 萃取头 30/50 μm DVB/CAR/PDMS, 萃取温度 60 $^{\circ}\text{C}$, 萃取时间 60 min, 解吸时间 3 min。

表 2 油菜籽中各类挥发性成分及相对含量(%)
Table 2 Various volatile components and their relative content in rapeseed (%)

保留时间(min)	化合物名称	原样	霉变样
9.057	3-辛酮	-	0.33
11.443	苯乙酮	-	0.40
10.769	苯乙醛	-	0.30
12.614	壬醛	5.63	0.29
12.871	苯乙醇	-	0.52
15.599	癸醛	0.83	0.09
17.524	壬酸	2.97	0.17
18.530	十三烷	0.43	0.15
21.910	十四烷	1.11	0.65
23.948	4-甲基-十四烷	0.72	0.47
24.382	3-甲基-十四烷	1.02	0.7
24.263	2,6-二叔丁基苯醌	0.71	0.41
25.451	十五烷	2.03	1.78
25.921	2,6-二叔丁基对甲苯酚	3.75	1.85
27.510	4-甲基-十五烷	1.12	-
29.013	十六烷	3.78	2.98
31.227	2-甲基-十六烷	1.04	1.74
32.500	十七烷	1.67	4.12
32.720	2,6,10,14-四甲基-十五烷	1.14	2.01
34.923	3-甲基-十七烷	0.13	1.20
35.918	十八烷	0.47	0.79
39.250	十九烷	-	0.13
41.871	二十烷	0.06	0.09
42.989	二十一烷	-	0.10

在最佳实验条件下 SPME-GC-MS 鉴定出油菜籽中挥发性成分主要有醛类、酮类、醇类、烃类、少量酸、酯类物质及杂环类(苯醌)等多种成分,其中烃类含量最大,3-辛酮、苯乙酮、苯乙醛、苯乙醇以及十九烷、二十一烷等烷烃类化合物仅在霉变油菜籽中检出,可较好区分油菜籽原始样品及霉变样品。

参考文献

[1] 杨锦莲, 侯国平, 李崇光. 中加油菜产业的比较[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2003, (2): 17-20.
Yang JL, Hou GP, Li CG. The comparison of china-canada rape industry[J]. J Huazhong Agric Univ(Soc Sci), 2003, (2): 17-20.
[2] Chae LL, Hong EJ, Son H J, *et al.* Effects of roasting condition

and storage time on changes in volatile compounds in rapeseed oils[J]. Korean J Food Sci Technol, 2011, 43(3): 291-302.
[3] Plessas S, Bekatorou A, Gallanagh J, *et al.* Evolution of aroma volatiles during storage of sourdough breads made by mixed cultures of *Kluyveromyces marxianus* and *Lactobacillus delbrueckii ssp.bulgaricus* or *Lactobacillus helveticus*[J]. Food Chem, 2008, 107: 883-889.
[4] 张玉荣, 高艳娜, 林家勇, 等. 顶空固相微萃取-气质联用分析小麦储藏过程中挥发性成分变化[J]. 分析化学, 2010, 38(7): 953-957.
Zhang YR, Gao YN, Lin YJ, *et al.* Analysis of Volatile Compounds Changes of Wheat During Storage by Headspace Solid Phase Microextraction and Gas Chromatography-Mass Spectrometry[J]. Chin J Anal Chem, 2010, 38(7): 953-957.
[5] 王茜茜, 易起达, 袁建, 等. 顶空-气质联用分析一级菜籽油储藏期间挥发性成分变化[J]. 粮食与油脂, 2013, 38(1): 187-191.
Wang XX, Yi QD, Yuan J, *et al.* Analysis of volatile compounds changes in rapeseed oil during storage by headspace extraction-gas chromatography-mass spectrometry[J]. J Cereals Oils, 2013, 38(1): 187-191.
[6] 刘亚琼, 朱运平, 乔支红. 食品风味物质分离技术研究进展[J]. 食品研究与开发, 2006, 27(6): 181-183.
Liu YQ, Zhu YP, Qiao ZH. Research development of food flavor material about separation technology[J]. Food Res Dev, 2006, 27(6): 181-183.
[7] 汪立平, 徐岩, 赵光鳌, 等. 顶空固相微萃取法快速测定苹果酒中的香味物质[J]. 无锡轻工大学学报, 2003, 22(1): 1-6.
Wang LP, Xu Y, Zhao GA, *et al.* Headspace solid phase microextraction method for rapid determination of cider aroma [J]. J Wuxi Light Ind Univ, 2003, 22(1): 1-6.
[8] Boutou S, Chatonnet P. Rapid headspace solid-phase microextraction/gas chromatographic/mass spectrometric assay for the quantitative determination of some of the main odorants causing off-flavours in wine[J]. J Chromatogr A, 2007, 1141(1): 1-9.
[9] 傅若农. 固相微萃取(SPME)的演变和现状[J]. 化学试剂, 2008, 30(1): 13-22.
Fu RN. The evolution of the solid phase microextraction (SPME) [J]. Chem Reagents, 2008, 30(1): 13-22.
[10] 肖虹, 谢晶. SPME-GC-MS 法测定冷却肉的挥发性成分[J]. 食品科学, 2010, 31(20): 406-410.
Xiao H, Xie J. Determination of Volatile Components of Chilled Pork Based on SPME-GC-MS[J]. Food Sci, 2010, 31(20): 406-410.
[11] 陈猛, 袁东星, 许鹏翔. 固相微萃取研究进展[J]. 分析科学学报, 2002, 18(5): 429.

- Chen M, Yuan DX, Xu PX. Research progress of Solid phase microextraction [J]. J Anal Sci, 2002, 18(5): 429.
- [12] 康凯, 卢俊彪, 范国梁. 固相微萃取的发展近况[J]. 化学研究与应用, 2002, 14(4): 371-377.
- Kang K, Lu JB, Fan GL. The development status of solid phase microextraction [J]. Chem Res Dev, 2002, 14(4): 371-377.
- [13] Merschman SA, Lubbad SH, Tilotta DC. Poly(dimethylsiloxane) Films as Sorbents for Solid-Phase Micro-extraction Coupled with Infrared Spectroscopy[J]. J Chromatogr, 1998, 829: 377-384.
- [14] Kataoka H, Lord HL, Pawliszyn J. Applications of solid-Phase micro-extraction in food analysis[J]. J Chromatogr A, 2000, 880: 35-62.
- [15] Lord H. Recent Advances in Solid-Phase Micro-extraction[J]. LC-GC May Supplement, 1998: 41-46.
- [16] 袁建, 付强. 顶空固相微萃取-气质联用分析不同储藏条件下小麦粉挥发性成分变化[J]. 中国粮油学报, 2012, 27(4): 106-110.
- Yang J, Fu Q. Analysis of volatile compounds changes in wheat

flour during Storage by headspace solid phase micro - extraction and gas chromatography-mass spectrometry[J]. Chin J Grain Oil, 2012, 27(4): 106-110.

(责任编辑: 赵静)

作者简介



唐莹莹, 实验师, 主要研究方向为食品质量安全。
E-mail: yingying243546928@163.com



袁建, 教授, 主要研究方向食品质量安全评价与控制、粮油深加工。
E-mail: yjian_nj@163.com

“酶技术在食品工程中的应用”专题征稿

随着人们对酶学理论研究的不断深入, 酶技术在食品方面的应用越来越广泛。如今酶技术已广泛应用于食品行业的各个领域, 如制糖工业、酿造工业、焙烤工业以及水果蔬菜加工等方面。应用于食品工业的酶制剂主要有淀粉酶、糖化酶、蛋白酶、葡萄糖异构酶、果胶酶、脂肪酶、纤维素酶、葡萄糖氧化酶等。由于酶催化效率高、作用专一的特性, 通过合理开发和应用酶技术可以提高产品深加工程度、提高生产效率和产品质量, 从而获得良好的经济效益。

鉴于此, 本刊特别策划了“酶技术在食品工程中的应用”专题, 由江南大学夏文水教授担任专题主编, 围绕酶技术在食品加工工艺上的应用、酶技术在食品食用方面的应用、酶技术在食品检测中的应用等或您认为本领域有意义的问题进行论述, 计划在 2014 年 10 月份出版。

本刊编辑部和夏教授欢迎各位专家为本专题撰写稿件, 以期进一步提升该专题的学术质量和影响力。综述、实验报告、研究论文均可, 请在 2014 年 9 月 20 日前通过网站或 E-mail 投稿。我们将快速处理并优先发表。

投稿方式:

网站: www.chinafoodj.com

E-mail: tougao@chinafoodj.com

《食品安全质量检测学报》编辑部