

# 同时蒸馏萃取法和固相微萃取法分析棕榈油与菜籽油复合火锅底料中的风味物质

张丽珠, 黄 湛, 唐 洁, 卢 靖, 车振明\*  
(西华大学生物工程学院, 四川 成都 610039)

**摘 要:** 采用同时蒸馏萃取法和固相微萃取法对棕榈油与菜籽油复合火锅底料中的挥发性风味物质进行提取, 并通过气相色谱-质谱联用分析及鉴定。采用2种方法共鉴定出82种化合物, 其中包括醇类17种、醛类15种、酯类9种、萜烯类16种、酮类5种、烃类13种和其他化合物7种。其中采用同时蒸馏萃取法检测出58种化合物, 采用固相微萃取法检测出41种化合物, 2种方法检测出的化合物均以芳樟醇相对含量最大, 其次为茴香脑。

**关键词:** 火锅底料; 挥发性风味物质; 同时蒸馏萃取; 固相微萃取; 气相色谱-质谱

SDE and SPME for Analysis of Volatile Components in Hot Pot Seasoning Containing Palm Oil and Rapeseed Oil Blends

ZHANG Li-zhu, HUANG Zhan, TANG Jie, LU Jing, CHE Zhen-ming\*  
(School of Bioengineering, Xihua University, Chengdu 610039, China)

**Abstract:** Simultaneous distillation extraction (SDE) and solid phase micro extraction (SPME) were individually used to extract the volatile flavor components in hot pot seasoning containing palm oil and rapeseed oil blends. The volatile flavor components were analyzed and identified by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). A total of 82 compounds were identified by the two methods, including 17 alcohols, 15 aldehydes, 9 esters, 16 terpenes, 5 ketones, 13 hydrocarbons, and 7 other compounds. Fifty-nine compounds were detected by SDE method, while 41 compounds were detected by SPME method. Linalool was identified by both methods as the most abundant compound, followed by anethole.

**Key words:** hot pot seasoning; volatile components; simultaneous distillation extraction (SDE); solid-phase microextraction (SPME); gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

中图分类号: TS201.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 18-0156-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201418031

火锅作为川渝地区的一种特色传统饮食方式, 受到越来越多消费者的青睐。火锅底料作为火锅熬煮过程中的基础原料, 对火锅的质量及口感有极其重要的影响。棕榈油与菜籽油复合火锅底料是将5℃棕榈油和8℃棕榈油作为菜籽油的部分替代物熬制而成的火锅底料, 以探究低熔点棕榈油运用于火锅底料生产中的可行性。该工艺拓宽了传统火锅底料的用油种类, 降低了火锅底料生产成本, 为新型火锅底料的研发提供了理论依据。

目前常用的挥发性风味物质提取方法有溶剂直接萃取法、水蒸气蒸馏萃取法、顶空吸附法、同时蒸馏萃取(simultaneous distillation extraction, SDE)法、固相微萃取(solid-phase microextraction, SPME)法等, SDE和SPME是近年来被广泛采用的样品前处理方法。SPME

法集取样、萃取、富集、进样于一体, 简化可试样预处理过程<sup>[1]</sup>, 刘娜等<sup>[2]</sup>采用固相微萃取-气相色谱-质谱技术分析鉴定红油火锅底料中的香气成分, 运用该方法在红油火锅底料中鉴定出39种香气成分。SDE法将水蒸气蒸馏与溶剂萃取结合在一起, 减少了实验步骤, 缩短了分析时间, 节省了萃取试剂<sup>[3-4]</sup>。而采用SDE法测定火锅底料中的挥发性风味物质还鲜有报道, 以实验室自制棕榈油与菜籽油复合火锅底料为原料, 同时采用SDE法和SPME法对样品进行前处理后采用气相色谱-质谱(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)联用对复合火锅底料中的挥发性风味物质进行分离、检测, 旨在研究棕榈油与菜籽油复合火锅底料中的风味物质, 为火锅底料中挥发性风味物质的研究提供科学依据。

收稿日期: 2013-12-27

基金项目: 2012年西华大学食品生物技术重点实验室开放研究基金资助项目(SZJJ2012-005);

西华大学食品科学重点学科建设项目(SZD0831-09-1); “西华杯”大学生科技创新项目(2014131)

作者简介: 张丽珠(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为现代食品加工技术。E-mail: 741497519@qq.com

\*通信作者: 车振明(1960—), 男, 教授, 学士, 研究方向为食品科学与工程。E-mail: 157857443@qq.com

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

菜籽油、香辛料、干辣椒面、姜、葱、蒜 市购；  
棕榈油 大马棕榈油技术研发(上海)有限公司；  
郫县豆瓣 四川省丹丹食品有限公司；食盐 四川久大制盐有限责任公司；醪糟 巨龙食品有限公司；冰糖 太古食品有限公司；无水硫酸钠(分析纯)、二氯甲烷(色谱纯) 成都科龙试剂有限公司。

### 1.2 仪器与设备

QP2010型气相色谱-质谱联用仪 日本岛津公司；  
同时蒸馏萃取装置 安徽东冠器械设备有限公司；  
固相微萃取手柄、75  $\mu\text{m}$  CAR/PDMS固相微萃取头 美国Supelco公司；RE-52B型旋转蒸发器 上海亚荣生化仪器厂。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 棕榈油与菜籽油复合火锅底料主要原辅料<sup>[5-8]</sup>

棕榈油与菜籽油配比为 $m$ (5  $^{\circ}\text{C}$ 棕榈油): $m$ (8  $^{\circ}\text{C}$ 棕榈油): $m$ (菜籽油)=3:2:3,用质量分数52%油、10%干辣椒面、24%郫县豆瓣、3%老姜末、3%大蒜末、3%葱末、1.5%花椒粉、质量分数3%食盐以及质量分数1%香辛料(由10%八角、10%桂皮、5%茴香、5%三奈、4%香草等组成)。

#### 1.3.2 棕榈油与菜籽油复合火锅底料工艺流程<sup>[9-11]</sup>

原辅料预处理 $\rightarrow$ 混合油煎熬 $\rightarrow$ 冷却至80  $^{\circ}\text{C}$ 左右 $\rightarrow$ 加入老姜末、蒜末、葱末(控制温度在80  $^{\circ}\text{C}$ 左右(下同)熬制5 min至老姜末水气干时) $\rightarrow$ 干辣椒面、郫县豆瓣(熬制8 min至豆瓣水气干时、辣椒微微发白、色红油亮) $\rightarrow$ 加入香辛料(熬制3 min至有豆瓣香时) $\rightarrow$ 加入冰糖(熬制2 min至香气四溢时) $\rightarrow$ 加入醪糟(熬制5 min至水分完全蒸发) $\rightarrow$ 冷却 $\rightarrow$ 灭菌 $\rightarrow$ 包装 $\rightarrow$ 封口 $\rightarrow$ 成品

#### 1.3.3 挥发性风味物质的提取方法

##### 1.3.3.1 SDE法提取复合火锅底料中的挥发性风味物质

准确称取火锅底料成品20.0 g于圆底烧瓶中,加入50 mL蒸馏水,接在同时蒸馏萃取装置的A端,同时在同时蒸馏萃取装置的B端圆底烧瓶中加入50 mL二氯甲烷,并将A端圆底烧瓶放置于油浴锅中,温度保持120  $^{\circ}\text{C}$ ,B端圆底烧瓶放入水浴锅中,保持温度65  $^{\circ}\text{C}$ ,进行同时蒸馏萃取,萃取时间2 h。萃取液用无水硫酸钠干燥过夜后,经旋转蒸发器浓缩至2 mL,供GC-MS分析。

##### 1.3.3.2 SPME法提取复合火锅底料中的挥发性风味物质

称取5.0 g复合火锅底料置于15 mL密封顶空瓶中,迅速盖上瓶盖后置于60  $^{\circ}\text{C}$ 恒温水浴30 min,将老化过的固相萃取针(75  $\mu\text{m}$  CAR/PMDS)插入样品瓶中大约1 cm

处,顶空吸附30 min,然后于气相色谱进样口处在250  $^{\circ}\text{C}$ 条件下解吸5 min。

### 1.3.4 GC-MS条件

GC条件:色谱柱:Rtx-5MS(30.0 m $\times$ 0.25 mm,0.25  $\mu\text{m}$ );载气(纯度99.99%)氦气;流速1.0 mL/min;进样量1  $\mu\text{L}$ ;进样口温度230  $^{\circ}\text{C}$ ;不分流进样;升温程序:初温60  $^{\circ}\text{C}$ ,以5  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至160  $^{\circ}\text{C}$ ,再以10  $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至230  $^{\circ}\text{C}$ ,保持9 min。

MS条件:GC-MS接口温度250  $^{\circ}\text{C}$ ;电子电离(electron ionization, EI)源;电子能量70 eV;离子源温度250  $^{\circ}\text{C}$ ;质量扫描范围 $m/z$  40~350;溶剂延迟4.5 min。

## 2 结果与分析

采用SDE法和SPME法提取火锅底料中挥发性风味物质的GC-MS总离子流图(图1、2)。各色谱峰相应的质谱图经人工解析,以NIST 05谱库检索确定其化学结构,并按照面积归一化法确定相应物质中各化合物的相对含量,结果如表1所示。采用2种方法共检测出棕榈油与菜籽油复合火锅底料中挥发性风味化合物82种,其中包括醇类17种、醛类15种、酯类9种、萜烯类16种、酮类5种、烃类13种和其他类化合物7种。

采用SDE法提取复合火锅底料中的挥发性风味物质共检测出58种化合物,采用SPME法共检测出41种化合物。2种方法均检测出的物质共17种,分别是(S)-氧化芳樟醇、芳樟醇、4-萜烯醇、2-茨醇、 $\alpha$ -萜品醇、苯乙醛、辛醛、反-2-壬烯醛、柠檬醛、反-2,4-癸二烯醛、乙酸芳樟酯、2-蒎烯、蒎烯、月桂烯、 $\alpha$ -水芹烯、茴香脑和二烯丙基二硫。采用2种方法提取出火锅底料中挥发性风味物质均以芳樟醇的含量最高,其次为茴香脑,采用SDE法测得其相对含量分别为21.19%和14.64%,采用SPME法其相对含量分别为37.99%和6.53%,刘娜等<sup>[12]</sup>研究表明这2种物质是红油火锅底料中的主要呈香物质。

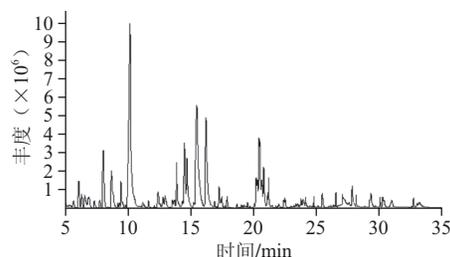


图1 经SDE法提取棕榈油与菜籽油复合火锅底料中挥发性风味物质的GC-MS总离子流图

Fig.1 TIC of volatile flavor compounds obtained by SDE from the hot pot seasoning

表 1 棕榈油与菜籽油复合火锅底料挥发性风味物质  
Table 1 Volatile flavor compounds in the hot pot seasoning

序号	保留时间/min	英文名称	中文名称	SDE		SPME	
				相对含量/%	匹配度	相对含量/%	匹配度
醇类 (17 种)							
1	6.041	1-nonanol	1-壬醇	—	—	0.66	89
2	6.367	1-heptanol	庚醇	—	—	0.26	90
3	8.151	2-methyl-5-isopropyl-bicyclo [3.1.0] hexan-2-ol	2-甲基-5-异丙基-二环[3.1.0]己烷-2-醇	4.77	87	—	—
4	9.255	(S)-linalool oxide	(S)-氧化芳樟醇	0.26	85	0.69	82
5	9.404	octanol	辛醇	0.30	84	—	—
6	9.685	(E)-linalool oxide	(E)-氧化芳樟醇	0.35	81	—	—
7	10.253	linalool	芳樟醇	21.19	96	37.99	95
8	12.059	terpinen-4-ol	4-萜烯醇	0.98	81	0.24	90
9	12.421	2-mainz alcohol	2-茨醇	0.66	86	0.36	93
10	13.042	$\alpha$ -terpineol	$\alpha$ -萜品醇	1.05	88	0.66	86
11	14.406	geraniol	香叶醇	0.43	82	—	—
12	16.948	undecanol	十一醇	—	—	0.10	85
13	22.053	(Z)-nerolidol	(Z)-橙花叔醇	0.29	75	—	—
14	23.706	2-cyclohexylethanol	2-环己基乙醇	0.11	80	—	—
15	26.983	1,1-diallylethanol	1,1-二烯丙基乙醇	0.11	85	—	—
16	27.777	L-(+)-prolinol	L-脯氨酸	0.08	85	—	—
17	33.228	2,4-diethylheptan-1-ol	2,4-二乙基-1-庚醇	0.58	76	—	—
醛类 (15 种)							
18	5.419	3-(methylthio)propionaldehyde	3-甲硫基丙醛	0.10	81	—	—
19	6.142	5-methyl furfural	5-甲基呋喃醛	—	—	0.22	92
20	6.266	benzaldehyde	苯甲醛	—	—	1.21	96
21	8.776	benzeneacetaldehyde	苯乙醛	2.62	96	5.00	96
22	7.402	octanal	辛醛	0.53	86	1.58	95
23	7.826	trans,trans-2,4-heptadienal	反-2,4-庚二烯醛	0.37	88	—	—
24	11.708	trans-2-nonenal	反-2-壬烯醛	0.35	86	0.17	90
25	12.617	decyl aldehyde	癸醛	—	—	0.23	90
26	14.101	p-anisaldehyde	对甲氧基苯甲醛	—	—	0.34	93
27	14.185	2-dodecenal	2-十二烯醛	—	—	1.18	92
28	14.330	citral	柠檬醛	3.89	93	0.87	95
29	14.571	trans-2-decenal	反-2-癸烯醛	4.14	92	—	—
30	14.612	cinnamaldehyde	肉桂醛	—	—	1.02	95
31	16.278	trans,trans-2,4-decadienal	反-2,4-癸二烯醛	9.17	96	1.64	87
32	17.325	2-undecenal	2-十一烯醛	1.25	92	—	—
酯类 (9 种)							
33	11.870	tetrahydrofurfuryl acrylate	丙烯酸四氢糠酯	0.06	84	—	—
34	12.275	ethyl caprylate	辛酸乙酯	—	—	0.67	83
35	13.655	linalyl acetate	乙酸芳樟酯	3.43	86	0.60	92
36	17.675	ethyl caprate	癸酸乙酯	—	—	0.44	89
37	22.440	vinyl crotonate	巴豆酸乙烯酯	0.28	81	—	—
38	25.480	ethyl myristate	十四酸乙酯	0.87	80	—	—
39	27.102	methyl 14-methylhexadecanoate	14-甲基十六烷酸甲酯	0.35	86	—	—
40	27.875	palmitic acid ethyl ester	棕榈酸乙酯	1.26	91	—	—
41	39.370	(Z)-9-octadecenoic acid methyl ester	油酸甲酯	0.82	84	—	—
萜烯类 (16 种)							
42	5.767	2-pinene	2-蒎烯	0.40	87	1.83	95
43	6.170	camphene	茨烯	1.70	95	3.27	95
44	6.662	sabene	桉烯	1.07	84	—	—
45	6.986	myrcene	月桂烯	1.29	80	5.64	90
46	7.492	$\alpha$ -phellandrene	$\alpha$ -水芹烯	0.12	89	2.21	92
47	7.502	3-carene	3-萜烯	—	—	0.50	84
48	7.542	2-carene	2-萜烯	—	—	2.65	91
49	7.860	(+)-dipentene	(+)-柠檬烯	—	—	6.00	93
50	8.599	$\gamma$ -terpinene	$\gamma$ -萜品烯	—	—	2.48	91
51	17.528	(-)-alpha-cubebene	(-)- $\alpha$ -萜澄茄油萜	0.84	85	—	—

续表1

序号	保留时间/min	英文名称	中文名称	SDE		SPME	
				相对含量/%	匹配度	相对含量/%	匹配度
52	20.265	<i>α</i> -curcumene	<i>α</i> -姜黄烯	1.73	83	—	—
53	20.376	(-)-alloaromadendrene	香树烯	2.78	89	—	—
54	20.550	<i>α</i> -cedrene	<i>α</i> -柏木烯	3.10	88	—	—
55	20.704	farnesene	<i>α</i> -法呢烯	1.57	83	—	—
56	21.234	<i>β</i> -sesquiphellandrene	<i>β</i> -倍半水芹烯	1.81	93	—	—
57	21.140	<i>δ</i> -cadinene	<i>δ</i> -杜松烯	0.60	80	—	—
酮类 (5种)							
58	5.066	2-acetylfuran	2-呋喃基甲基酮	—	—	0.18	89
59	9.930	thujone	侧柏酮	—	—	0.53	94
60	15.291	2-methyl-4-heptanone	2-甲基-4-庚酮	0.27	84	—	—
61	17.944	Acetyl valeryl	2,3-庚二酮	0.07	88	—	—
62	26.259	2-methyl-3-heptanone	2-甲基-3-庚酮	0.07	80	—	—
烃类 (13种)							
63	6.380	octane,2,3,7-trimethyl	2,3,7-三甲基辛烷	0.85	88	—	—
64	7.017	decane	癸烷	—	—	0.8	78
65	8.455	7-methylene-bicyclo [4.1.0] heptane	7-亚甲基-二环[4.1.0]庚烷	0.13	80	—	—
66	12.642	3-ethyl-2-methyl-1-pentene	3-乙基-2-甲基-1-戊烯	0.20	84	—	—
67	16.981	2,6,11-trimethyl dodecyl	2,6,11-三甲基十二烷	0.27	89	—	—
68	17.845	tetradecane	十四烷	—	—	0.52	91
69	17.944	decane,2,3,5-trimethyl	2,3,5-三甲基癸烷	0.61	88	—	—
70	21.817	3,5-dimethyl-4-octanone	3,5-二甲基-4-辛烷	0.18	87	—	—
71	22.427	heptadecane	十七烷	—	—	0.18	90
72	26.384	isopropylcyclopentane	异丙基环戊烷	0.11	80	—	—
73	26.883	2,5,5-trimethyl-heptane	2,5,5-三甲基正庚烷	0.10	80	—	—
74	29.286	1-pentadecyne	1-十五炔	0.30	84	—	—
75	30.320	7-tetradecyne	7-十四炔	0.40	86	—	—
其他 (7种)							
76	5.133	2,5-dimethylpyrazine	2,5-二甲基吡嗪	—	—	0.16	91
77	7.375	2-propylfuran	2-正丙基呋喃	—	—	1.01	91
78	8.859	2-acetylpyrrole	2-乙酰吡咯	—	—	0.99	92
79	9.267	tetramethylpyrazine	2,3,5,6-四甲基吡嗪	—	—	0.72	94
80	24.698	anethole	茴香脑	14.64	90	6.53	97
81	20.837	2,6-di-tert-butyl-4-methylphenol	2,6-二叔丁基对甲苯酚	2.57	84	—	—
82	9.547	allyl disulfide	二烯丙基二硫	1.49	88	2.62	88

注：—，未检测出。

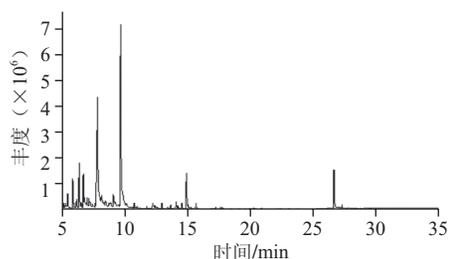


图2 经SPME法提取棕榈油与菜籽油复合火锅底料中挥发性风味物质的GC-MS总离子流图

Fig.2 TIC of volatile flavor compounds obtained by SPME from the hot pot seasoning

2.1 醇类

在检测出的挥发性成分中，以醇类相对含量最高。醇类是火锅底料中重要的挥发性化合物之一，脂肪酸的二级氢过氧化物的分解<sup>[12]</sup>，脂肪的氧化分解或者羰基化

合物的还原会产生醇类物质<sup>[13]</sup>。醇类化合物中1个碳原子到3个碳原子的醇类具有愉快的香气，4个碳原子到6个碳原子的醇类有近似麻醉的气味，7个碳原子以上的醇类具有芳香气味。棕榈油与菜籽油复合火锅底料中检测到的醇类物质均为7个碳原子以上的醇，其中以芳樟醇为主，采用SDE法测定其相对含量达21.19%，SPME法测定其相对含量为37.99%，芳樟醇具有百合花或者铃兰花香气，并随其来源而有不同的气息<sup>[14]</sup>，存在于天然植物香料中，芳樟醇阈值较小，对火锅底料的风味贡献较大；4-萜烯醇呈暖的胡椒香，天然存在于肉豆蔻、小豆蔻、迷迭香、芫荽等中；氧化芳樟醇具有凉香、茴香及青香；2-茨醇呈强烈松树香、樟脑气息和薄荷气味，存在于肉豆蔻、小豆蔻、生姜等中。

2.2 醛类

直链醛类化合物主要是由脂肪氧化降解产生，6个

碳原子以上醛类是脂肪氧化的典型产物<sup>[15]</sup>。在检测到的醛类物质中反-2,4-癸二烯醛是亚油酸氧化的产物,亚油酸的自氧化产生亚油酸9-氢过氧化物,9-氢过氧化断裂生成2,4-癸二烯醛,其进一步受热转化生成更加稳定的反-2,4-癸二烯醛<sup>[16]</sup>,呈现出脂肪气味。在检测到的醛类化合物中苯乙醛和柠檬醛含量较高,这些醛类化合物赋予火锅底料清香味和坚果香味。

### 2.3 酯类

酯类化合物可能是醇类和酸类经酯化反应的产物,通常在油脂中呈现出令人愉快的香味。在棕榈油与菜籽油复合火锅底料中检测到的酯类物质中以乙酸芳樟酯相对含量最高,其来源于所使用的香辛料中,乙酸芳樟酯具有多个手性中心,是热敏性香料,对温度较敏感<sup>[17]</sup>,具有令人愉快的花香和果香,香气似香柠檬和薰衣草,透发而不持久。

### 2.4 萜烯类

在检测到的挥发性物质中,萜烯类化合物种类仅次于醇类化合物。萜烯类化合物广泛存在于植物中,以异戊二烯为结构单位倍数的烃类及其含氧衍生物,包括单萜烯类、倍半萜烯类以及二萜烯类化合物<sup>[18]</sup>。2-蒎烯具有松萜特有的气味;月桂烯具有清淡的香脂香气; $\alpha$ -水芹烯具有黑胡椒和薄荷似香气。

### 2.5 酮类

酮类化合物一般由脂肪降解或者由脂质氧化反应而生成,通过SDE检测到的3种酮类物质均为庚酮,具有类似梨的香味;3种酮类化合物中含有2种甲基酮,甲基酮类化合物是由 $\beta$ -酮酸脱羧基或者由饱和脂肪酸经 $\beta$ -氧化而产生的<sup>[19]</sup>。采用SPME法检测到的侧柏酮具有类似薄荷醇的气味;2-呋喃基甲基酮呈甜的焦糖似香气,天然存在于咖啡、马铃薯片等的挥发性香成分中。

### 2.6 烃类和其他化合物

采用SDE法提取的挥发性风味物质中烃类的种类较多,这可能是提取过程中由于长时间的高温蒸煮得到较多的长链烃<sup>[20]</sup>。烷烃类化合物阈值较高,对火锅底料的风味贡献不大,而烯烃类化合物阈值较低,对风味具有一定的贡献。茴香脑属于醚类化合物,在检测到得化合物含量中位居第二,茴香脑具有由茴香、香辛料和甘草的气味<sup>[21]</sup>,主要来源于八角、小茴香等香辛料中;二烯丙基二硫俗称大蒜素,呈大蒜特殊气味且阈值较低,天然存在于洋葱、大蒜、细香葱等中。

## 3 结论

结合SDE和SPME法提取棕榈油与菜籽油复合火锅底料中的挥发性风味物质,并运用GC-MS分析鉴定出82种化合物,其中包括醇类17种、醛类15种、酯类9种、

萜烯类16种、酮类5种、烃类13种和其他化合物7种。采用SDE法检测出58种化合物,采用SPME法检测出41种化合物,2种方法均检测出的物质共17种,分别是(S)-氧化芳樟醇、芳樟醇、4-萜烯醇、2-茨醇、 $\alpha$ -萜品醇、苯乙醛、辛醛、反-2-壬烯醛、柠檬醛、反-2,4-癸二烯醛、乙酸芳樟酯、2-蒎烯、蒎烯、月桂烯、 $\alpha$ -水芹烯、茴香脑和二烯丙基二硫。采用SDE法和SPME法提取的挥发性风味物质中均以芳樟醇相对含量最高,其次为茴香脑。芳樟醇具有铃兰花香,其主要来源于天然植物香料中,茴香脑具有茴香气味,主要来源于八角、小茴香等香辛料中。

### 参考文献:

- [1] 邓华,朱彭龄.固相微萃取及其某些分析技术联用[J].分析化学,2001,29(5):601-605.
- [2] 刘娜,戴永鑫,郝学财,等.固相微萃取气质联用测定红油火锅底料香气成分及其测煮前后香气变化[C]//中国食品科学技术学会第八届年会暨第六届东西方食品业高层论坛论文摘要集.上海:中国食品科学技术学会,2011:131.
- [3] PINHO O, PÉRÈS C, FERREIRA I M P L V O. Solid-phase micro extraction of volatile compounds in "Terrincho" ewe cheese comparison of different fibers[J]. Journal of Chromatography A, 2003, 1011(1/2): 1-9.
- [4] 李桂花,何巧红,杨君.一种提取复杂物质中易挥发组分的有效方法:同时蒸馏萃取及其应用[J].理化检验:化学分册,2009,45(4):491-496.
- [5] 侯东军,张健,肖志.袋装川味火锅底料的研制[J].中国调味品,2003,28(2):34-35.
- [6] 董敏,李杰,秦廷君.甘蔗汁火锅底料的研制[J].中国调味品,2008,33(1):51-53.
- [7] 王维亮.清凉火锅底料的配制[J].农产品加工,2008(12):27-28.
- [8] 但晓容,李栋钢,卢晓黎.牛油火锅底料关键工艺参数优化[J].食品科学,2010,31(22):211-215.
- [9] 国保.红汤火锅底料炒制工艺[J].农产品加工,2010(10):10.
- [10] 田晓.牛杂火锅的制作[J].四川烹饪,2004(1):34-35.
- [11] 郭晓强,陈朝晖,王卫,等.复合川菜调味料生产工艺的研制[J].成都大学学报,2008,3(1):11-15.
- [12] 曲宏宏,段文艳,唐学艳,等.不同样品采集方法对米糠风味物质测定的影响[J].食品工业科技,2013,34(4):84-88.
- [13] PAN B S, KOU J M. Flavor of shellfish and kamaboko flavourants[M]. New York: Blackie Academic and Professional, 1994: 85-114.
- [14] 林翔云.天然芳樟醇与合成芳樟醇[J].化学工程与装备,2008(7):21-26.
- [15] 要萍,乔发东,闫红,等.宣威火腿挥发性风味成分的分离与鉴定[J].食品科学,2004,25(2):146-150.
- [16] BARBIERI G, BOLZONI L, PAROLARI G, et al. Flavor compounds of dry-cured ham[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1991, 40(12): 2389-2394.
- [17] 鲁文华,许松林,王燕飞,等.从香紫苏油中分离提纯芳樟醇和乙酸芳樟酯工艺的研究[J].香料香精化妆品,2006(5):5-8.
- [18] BAKKALI F, AVERBECK S, AVERBECK D, et al. Biological effects of essential oils: a review[J]. Food and Chemical Toxicology, 2008, 46(2): 446-475.
- [19] BERDAGU É J L, DENOYER C, LEQUÉRÉ J L, et al. Volatile components of dry-cured hams[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1991, 39: 1257-1261.
- [20] 孟鹭,乔宇,康旭,等.同时蒸馏萃取、溶剂萃取和顶空固相微萃取与GC-MS联用分析甜面酱的挥发性成分[J].中国调味品,2011,36(1):97-100.
- [21] 徐善述,杨洪珍.浅谈三种茴香油及工业生产方法[J].天津化工,2003,17(4):32-36.