

SPME-GC-MS 对不同牛奶香精和稀奶油中的挥发性风味物质比较

王 蓓, 许时婴

(江南大学食品学院, 食品科学与技术国家重点实验室, 江苏 无锡, 214122)

摘 要 利用 SPME-GC-MS 分析方法, 分析比较了稀奶油与不同牛奶香精中挥发性风味组分。稀奶油中共鉴定得到 58 种挥发性化合物, 复配香精 A、天然香精 B 和自制酶解香精 C 中分别鉴定得到 67 种、41 种和 30 种挥发性化合物。通过对不同奶油香精与稀奶油风味中挥发性化合物的比较, 得到稀奶油中的主要挥发性物质为甲基酮类、醛类化合物, 复配香精 A 中的主要挥发性物质为酯类化合物; 天然香精 B 与自制酶解香精 C 中的主要挥发性风味组分相似, 均为中、短碳链的脂肪酸。

关键词 稀奶油, 牛奶香精, 挥发性风味物质, 固相微萃取

乳香香精是香精香料领域中投资最大、开发研究最为活跃的香精之一^[1]。目前市售的乳香香精大致有以下几种制备方法: 单体香料人工调配, 利用天然萃取物调配花色香精和利用相关酶水解奶油再经修饰调配制取各种奶类香精^[2]。不同的制备方法得到的香精风味与组分有较大差别。

目前, 对香精香料中香气组分的分析多采用气相色谱法或用溶剂萃取后进行气质联用分析, 本文采用顶空固相微萃取和气质连用技术对稀奶油和不同制备方法得到的牛奶香精的挥发性风味成分进行比较和分析, 得到不同香精的特征性挥发组分与稀奶油风味组分之间的差别, 并对不同制备方法的香精之间进行分析比较得出其特征香气的主要贡献组分。固相微萃取技术相对于其他香精分析方法而言具有操作简单、成本低、效率高以及选择性强等特点^[3], 因此采用顶空固相微萃取和气质联用技术分析奶味香精, 确定其致香组分, 对天然奶味香精的开发及其相应香气分析具有重要意义。

1 材料与方 法

1.1 实验材料

1.1.1 主要原料

稀奶油(上海光明乳业股份有限公司提供), 新西兰奶油(上海爱普香香料有限公司提供), 复配牛奶香精样品 A(粉末状、市售), 天然牛奶香精样品 B(粉末状、市售), 奶油酶解产物香精样品 C(液体、自制),

脂肪酶 MER(日本 Amano 公司)。

1.1.2 主要仪器

电热恒温水浴锅; 气相色谱-质谱联用仪: Trace MS(美国 Finnigan 质谱公司制造); 固相微萃取手动进样手柄及 75 μm 碳分子筛/聚二甲基硅氧烷(CAR/PDMS)萃取头(美国 Supelco 公司制造)。

1.2 实验方法

1.2.1 酶解物的制备及处理

在三角瓶中, 加入水与奶油的混合物, 奶油质量分数为 80%, 高速均质后, 加入 2.5% 的脂肪酶, 然后把三角瓶置于摇床中, 在 55℃、200 r/min 条件下进行酶解反应, 12 h 后终止反应。取反应混合物用于 SPME-GC-MS 分析。

1.2.2 固相微萃取(SPME)

取稀奶油和自制奶油香精样品各 10 mL 分别放入 15 mL 顶空瓶中, 同时将 2 种粉末香精样品分别称取 6 g 放入 15 mL 顶空瓶中, 将待吸附样品在 60℃水浴中平衡 30 min, 然后将已老化好的 75 μm 的 CAR/PDMS 萃取头插入样品瓶中进行萃取, 吸附时间也为 30 min。

1.2.3 脂肪酸分析

称取 0.2 g 左右香精 C, 用三氟化硼的甲醇溶液甲酯化后取 1 μL 进行气质分析。

1.2.4 GC-MS 分析

SPME-GC-MS 条件: 毛细管柱采用 PEG20M 弹性石英毛细管柱(L.D 为 30 m \times 0.25 mm, 液膜厚度为 0.25 μm), 载气为 He, 流速为 0.8 mL/min。色谱柱起始柱温为 40℃(保持 4 min), 以 3℃/min 升到 60℃, 然后以 6℃/min 升到 120℃, 最后以 10℃/min

第一作者: 博士研究生。

收稿日期: 2008-04-16, 改回日期: 2008-06-03

升到 230℃ 保持 5 min。进样口温度 230℃, 无分流进样, 检测器温度 280℃。

质谱条件: 电离方式为 EI, 电离电压 70 eV, 灯丝发射电流为 200 μ A, 离子源温度 200℃, 接口温度为 250℃。

脂肪酸 GC-MS 条件: 毛细管柱采用 PEG20M 弹性石英毛细管柱(L.D 为 30 m \times 0.25 mm, 液膜厚度为 0.25 μ m), 载气为 He, 流速为 1.0 mL/min。色谱柱起始柱温为 40℃ (保持 2 min), 以 8℃/min 升到 200℃, 然后以 3℃/min 升到 215℃, 最后以 10℃/min 升到 230℃ 保持 7 min。分流比为 30:1, 进样口温度 260℃, 检测器温度 280℃。质谱条件同上。

1.2.5 数据处理

化合物定量: 试验数据处理由 Xcalibur 软件系统完成, 按峰面积归一化法计算相对质量分数。未知化合物经过计算机检索同时与 NIST Library 谱库(107k compounds)和 Wiley Library 谱库(320k compounds version 6.0)相匹配, 仅取正反匹配度均大于 800(最大值 1 000)的化合物作为鉴定结果。

2 结果与讨论

2.1 GC-MS 的检测结果

图 1~图 4 分别为稀奶油、复配牛奶香精 A、天然牛奶香精 B 和自制酶解香精 C 挥发性成分的 GC-MS 色谱图。

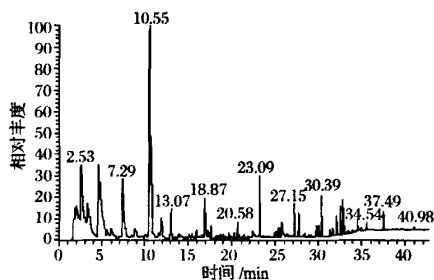


图 1 稀奶油中挥发性成分总离子流色谱图

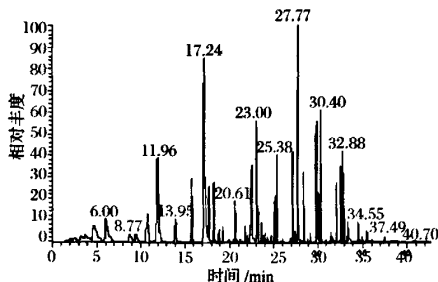


图 2 复配牛奶香精 A 中挥发性成分总离子流色谱图

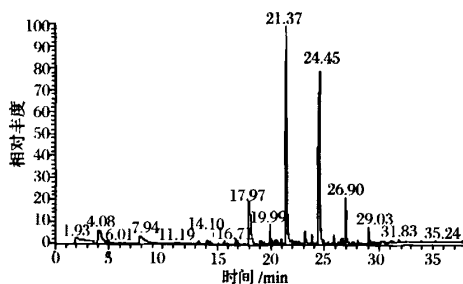


图 3 天然牛奶香精 B 中挥发性成分总离子流色谱图

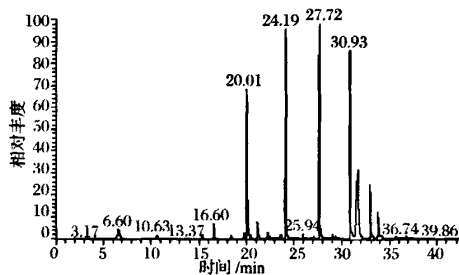


图 4 自制酶解香精 C 中挥发性成分总离子流色谱图

顶空固相微萃取技术能有效地吸附样品中的挥发性组分, 经过数据库检索 4 个样品中共检出 131 种成分, 检出物质主要包括烷烃类化合物、芳香及杂环类化合物、脂肪酸类化合物、酮类化合物、醛类化合物、醇类化合物、酯类化合物和内酯类化合物。每一类化合物都有各自的特色香气。从表 1 中可知, 不同样品的挥发性化合物的种类和百分比有较大差别: 稀奶油中酮类化合物含量最高为 44.66%, 香精 A 中的醛类和酯类化合物含量占总挥发物的 37.07%, 而香精 B 和香精 C 中的脂肪酸类化合物含量与其他挥发性化合物相比具有明显优势, 分别为 77.76% 和 92.77%。

2.1.1 稀奶油样品的气味特征

稀奶油样品中共检出 58 种主要组分, 其中以 2-庚酮、2-戊酮为主的甲基酮类化合物约占整个挥发性风味组分含量的 44%, 甲基酮化合物阈值较低(μ g/mL 级)大多带有令人愉悦的水果及奶油清香^[4], 此类化合物是天然奶香的最主要贡献组分^[5]。此外稀奶油中醛类物质含量也较高尤其是己醛, 含量达到 10.72%, 己醛具有强烈的水果香气, 是稀奶油中清新香气的主要贡献组分。稀奶油中烃类化合物除丁烷含量较高外, 其余含量均较少, 并且饱和烷烃阈值高、香气无特色、不典型^[6], 因而烷烃类化合物虽然所占挥发性化合物比例较大但不是稀奶油的主要风味组分。

表 1 稀奶油和香精样品主要挥发性成分

序号	化合物英文名称	化合物中文名称	相对含量/%			
			稀奶油	香精 A	香精 B	香精 C
	Hydrocarbon	烃 类				
1	Butane	丁 烷	10.28			
2	1-Decyne	1-癸炔	1.49			
3	3-Methyl-butanenitrile	3-甲基丁腈	1.35			
4	2-Octene	2-辛烯	0.10			
5	Tetradecane	十四烷	0.39		0.43	
6	5-Methoxymethoxypent-2-yne	5-甲氧甲氧基-2-戊炔	0.24			
7	Dimethoxymethane	二甲氧基甲烷		0.07		
8	Trans-1,3-dideuterio-1,3-cyclohexandiamine	顺式-1,3-二氘代-1,3-二氨基环己烷		0.05		
9	Carbamimidic acid,methyl ester, sulfate	O-甲基异脲		0.33		
10	Dodecane	十二烷		0.06	0.1	
11	1,1-Dl-(2-methylpropoxy)ethane	1,1-二-(2-甲基丙氧基)乙烷		0.07		
12	N-ethyl-4-methyl-2-pentanamine	N-乙基-4-甲基-2-氨基戊烷		0.05		
13	2,7,10-Trimethyl-dodecane	2,7,10-三甲基-十二烷			0.2	
14	2-Heptyl-4-methyl-1,3-dioxolane	2-庚基-4-甲基-1,3-环氧戊烷		0.42		
15	Pentadecane	十五烷			0.12	
		峰面积总计	13.85	1.05	0.85	0
		种类总计	6	7	4	0
	Aromatics	芳香及杂环类				
1	Ethyl-benzene	乙基苯	0.13			
2	N-Carbamoyl-1-pyrrolid-2-one	N-甲酰胺基-2-噻基-1-吡咯	0.33			
3	DL-Limonene	d-柠檬烯	4.35		0.1	
4	Pyridine	吡 啶	0.12			
5	12-Beta-octahydroindolo (2,3-A) quinolizine	八氢吲哚并[2,3-a]喹啉衍生物	0.29			
6	Styrene	苯乙烯	0.28			
7	p-Cymene	对甲基异丙苯	1.90			
8	3-Methyl- pyridine	3-甲基吡啶	0.16			
9	Trmethyl-pyrazine	三甲基吡嗪				0.01
10	3,4-Dimethyl-pyridine	3,4-二甲基吡啶	0.57			
11	4-Nitrophthalamide	4-硝基邻苯二甲酰胺	0.21			
12	Benzaldehyde	安息香醛	0.85	1.50		0.01
13	1-(4-Methoxyphenyl)-1-methoxypropane	1-(4-甲氧基苯)1-甲氧基丙烷	1.49			
14	Benzyl alcohol	苯甲醇	0.78	9.71	0.21	
15	Phenol	苯 酚	0.19		0.12	
16	Benzyl-2-hydroxypropanoate	2-羟基丙基-苯甲酯	0.74	1.70		
17	Butyl-benzene	丁基苯		0.06		
18	Menthol	薄荷醇			0.75	
19	Furfural	糠 醛		0.49	0.73	
20	4-H-3-(p-methylanilino)1-benzothiopyran-4-one 1-oxide	4H-3-(对-甲基氨基)1-苯并硫吡喃-4-酮-1-氧化物		0.06		
21	p-Menth-1-en-8-ol	α-松油醇			0.15	
22	3-Furanmethanol	3-呋喃甲醇		0.17	0.15	
23	Ethyl-maltol	乙基麦芽酚		3.71		
24	2-Methoxy-phenol	2-甲氧基苯酚		0.24		
25	3-Tert-butyl-4-hydroxyanisole	3-异丁基-4-羟基-苯甲醚		0.2		
26	Ethyl vanillin	乙基香兰素	0.12	0.22		
		峰面积总计	12.51	18.06	2.21	0.02
		种类总计	16	11	7	2
	Acids	酸 类				
1	Acetic acid	乙 酸	0.31	0.58	8.97	1.7

续表 1

序号	化合物英文名称	化合物中文名称	相对含量/%			
			稀奶油	香精 A	香精 B	香精 C
2	Propanoic acid	丙 酸			2.0	0.2
3	Butanoic acid	丁 酸	2.39	7.88	37.77	25.01
4	Pentanoic acid	戊 酸		0.23	1.98	0.46
5	Hexanoic acid	己 酸	1.08	2.44	17.05	20.27
6	Heptanoic acid	庚 酸			0.93	
7	Octanoic acid	辛 酸	1.21	3.07	5.62	15.32
8	Nonanoic acid	壬 酸	0.25	0.11	0.45	
9	Decanoic acid	癸 酸	0.97	1.68	1.85	28.18
10	Dodecanoic acid	十二酸	0.13		0.34	0.26
11	2-Methyl 2-pentenoic acid	2-甲基-2-戊烯酸	0.14	1.67		
12	Tetradecanoic acid	十四酸			0.18	
13	11-Tetradecenoic acid	11-十四烯酸			0.35	
14	9-Decenoic acid	9-癸烯酸		0.26		1.37
15	Isobutyric acid	异丁酸		0.46		
16	Glycine	氨基乙酸		0.14		
17	Cyclopentanepropanoic acid	环己烷基丙酸			0.16	
18	Cyclohexanebutanoic acid	环己烷基丁酸			0.11	
19	Lauric anhydride	月桂酸酐		0.08		
		峰面积总计	6.48	18.6	77.76	92.77
		种类总计	8	12	14	9
	Ketones	酮 类				
1	2-Butanone	2-丁酮	3.73	0.49		
2	2-Pentanone	2-戊酮	13.57			
3	2-Heptanone	2-庚酮	24.77	1.05		0.32
4	3-Octanone	3-辛酮	0.18			
5	6-Methyl-5-hepten-2-one	6-甲基-2-庚烯-5-酮	0.28			
6	2-Nonanone	2-壬酮	1.89			0.22
7	2-Undecanone	2-十一酮	0.24			0.27
8	2-Tridecanone	2-十三酮				0.14
9	2-decanone	2-十四酮				0.06
10	2,3-Butanedione	2,3-丁二酮		2.33		
11	3-Hydroxy-2-butanone	3-羟基-2-丁酮		1.83		
12	1-Hydroxy-2-propanone	1-羟基-2-丙酮		0.05	0.58	
13	2-Methyl-3-(2-pentenyl)-2-cyclopenten-1-one	2-甲基-2-(3-甲基-3-丁烯)-环戊酮			1.18	
		峰面积总计	44.66	5.75	1.76	1.01
		种类总计	7	5	2	5
	Aldehyde	醛 类				
1	Acetaldehyde	乙 醛		0.07		
2	Pentanal	戊 醛			0.3	0.09
3	2-Heptenal	2-庚烯醛	0.21			
4	Hexanal	己 醛	10.72		2.8	
5	Heptanal	庚 醛			0.18	
6	Octanal	辛 醛			0.42	
7	Nonanal	壬 醛	1.60	13.43	0.63	
8	Decanal	癸 醛		0.07	0.32	
		峰面积总计	12.53	13.57	4.65	0.09
		种类总计	3	3	6	1
	Alcohols	醇 类				
1	1-Butanol	丁 醇	0.35	0.73	0.1	
2	1-Octen-3-ol	3-羟基-1-辛烯	0.16			
3	4-Chloro-2-methyl-1-butanol	4-氯基-2-甲基-1-丁醇	0.34			
4	2-Ethyl-1-hexanol	2-乙基-1-己醇	0.22		0.34	

续表 1

序号	化合物英文名称	化合物中文名称	相对含量/%			
			稀奶油	香精 A	香精 B	香精 C
5	1-Pentanol	1-戊醇			0.34	
6	1-Octanol	1-辛醇	0.12		0.17	
7	1,2-Propanediol	1,2 丙二醇	0.64	8.44	0.32	
8	Ethanol	乙 醇		0.61	4.97	
9	1,1-Oxydi-2-propanol	缩水二丙二醇		0.15		
10	Glycerin	甘 油		0.41		
		峰面积总计	1.83	10.34	6.24	0
		种类总计	6	5	6	0
	Ester	酯 类				
1	Heptyl butyrate	丁酸庚酯	0.21			
2	Ethyl octanoate	辛酸乙酯	0.15			0.01
3	Phenylmethyl acetate	乙酸苯甲酯	0.20			
4	Isobornyl isovalerate	异戊酸异冰片酯	0.43			
5	Isobornyl phthalate	1,2 临苯二羧基二异丙酯	0.24			
6	Butyl butyrate	丁酸丁酯		8.52		
7	Methyl butyrate	丁酸甲酯				0.09
8	Ethyl lactate	乳酸乙酯		3.94		
9	Isobutyric acid methyl ester	异丁酸甲酯		0.16		
10	Butanoic acid, hexyl ester	丁酸己酯		1.47		
11	Benzenemethanol acetate	苯甲醇乙酸酯		1.02		
12	Butyl butyryl lactate	丁基丁酰乳酸二酯		2.46		
13	Benzenemethanol isobutyrate	异丁酸苯甲醇酯		0.07		
14	Butyl lactate	乳酸丁酯		0.05		
15	Ethane-1,1-diol dibutanoate	二丁酸 1,1-二羟基乙二酯		0.16		
16	Butyl octanoate	辛酸丁酯		0.05		
17	Ethyl decanoate	癸酸乙酯		0.73		0.06
18	4-Decenoic acid methyl ester	4-癸烯酸甲酯				0.01
19	Butanedioic acid diethyl ester	丁二酸乙二酯		0.06		
20	Benzenemethano formate	苯甲醇甲酸酯		0.11		
21	Ethyl butyrate	丁酸乙酯		3.36		
22	3-Methyl-butyl ethanoate	3-甲基丁醇乙酸酯		1.05		
23	Benzyl butanoate	丁酸苯甲酯		0.19		
24	Methyl hexanoate	己酸甲酯		0.05		
25	Ethyl hexanoate	己酸乙酯				0.03
26	Propyl hexanoate	己酸丙酯				0.13
27	Hexanethioic acid ,S-propyl ester	己酸硫丙酯				0.02
28	Isobutyl phthalate	邻苯二甲酸异丁二酯		0.05		
29	Methyl 3-benzyloxy-4,5-dihydroxybenzoate	甲基-3-苄氧基-4、5-二羧基安息酸	0.17			
30	Methyl dodecanoate	十二酸甲酯				0.06
31	Methyl myristate	十四酸甲酯				0.01
32	Mono-n-butylin	单丁酸甘油酯			0.39	3.51
		峰面积总计	1.4	23.5	0.39	3.93
		种类总计	6	18	1	10
	Lactones	内 酯				
1	δ- Hexalactone	δ-己内酯	0.11			0.01
2	δ-Octalactone	δ-辛内酯	0.11	0.20		0.03
3	δ-Decalactone	δ-癸内酯	0.53	1.17		0.02
4	γ- Nonalactone	γ-壬内酯	0.31	1.17	0.32	
5	γ-Undecalactone	γ-十一内酯	0.11			
6	δ-Dodecalactone	δ-十二内酯	0.36	0.35		
7	γ- Hexalactone	γ-己内酯		0.15		
8	γ-Decalactone	γ-癸内酯		0.20		
		峰面积总计	1.53	3.24	0.32	0.06
		种类总计	6	6	1	3

2.1.2 香精样品 A 的风味特征

香精 A 是利用单体香原料调配的复配牛奶香精,从中共检出 67 种主要成分,其中酯类的含量最多。以丁酸酯为代表的酯类约占总挥发组分的 23% 左右,同时各种内酯含量也达到约 3% 左右,酯类化合物具有清新的水果、奶油香气,气味柔和、清爽^[7],是香精 A 中奶香气的主要贡献组分。除酯类化合物外以壬醛和丁酸为代表的低分子量醛、酸类也约占总挥发组分的 30%。而香精 A 中苯甲醇和 1,2-二羟基丙二醇的含量也较高分别为 9.71% 和 8.44%,苯甲醇是香精生产过程中常用的定香剂,可以起到稳定香气物质的作用,而 1,2-二羟基丙二醇也是食用香精生产中常用的溶剂^[8]。

2.1.3 香精样品 B 的风味特征

香精 B 是利用脂肪酶对奶油或稀奶油水解后再经适当修饰的天然牛奶香精,从中共检出 41 种主要挥发性组分。主要为以丁酸为代表的中、短碳链的脂肪酸类为主,其中丁酸含量达到 37.77%,丁酸又称酪酸,当其稀释到一定浓度后具有浓郁奶酪香味,并且阈值极低($\mu\text{g/L}$ 级)^[4]是奶酪风味的重要组成风味^[9]。天然奶油香精是利用脂肪酶水解乳脂肪中甘油三酯得到不同碳链的脂肪酸并随即发生一系列副反应而生成甲基酮、内酯等风味物质再经调香而得到的^[10],在水解过程中酯键断裂生成大量的中、短碳链的脂肪酸,这些脂肪酸具有较低的阈值,对香气贡献度很高,因而是酶法制备的天然奶油香精的主体挥发性香气组分。

2.1.4 香精 C 的风味特征

香精 C 是自制未经调香的酶解产物,其中化合物种类比较单一,从中共检出 30 种主要挥发组分,其中脂肪酸含量占总挥发物质的 92.77%,远高于稀奶油和香精 A,检测得到其挥发性脂肪酸主要为以丁酸、己酸、癸酸为代表的偶数碳的中、短碳链的脂肪酸。此外除了脂肪酸外酶解产物挥发组分中甘油酯被水解后的剩余的单丁酸甘油酯含量也较多。香精 C 具有十分浓郁的酸奶酪风味,相比于复配香精 A,自制酶解香精 C 中除脂肪酸外其余几类化合物含量极少,香气化合物种类比较单一,并且由于其低阈值脂肪酸类化合物组分浓度过大因而不适合直接作为成品香精使用,但其可以作为不同种类的奶香精的主要香基料进行进一步稀释和调香。从表 1 中可知,天然牛奶香精 B 中的各类挥发性脂肪酸相对百分含量与香精 C 中的相类似,此外两者的总离子流程图也具有相类似的峰形特征,因此推测香精 B 是利用与香精 C 相类似的酶解奶油作为香基经适当调香而得到。

基于挥发性香气分析的基础上对香精 C 中的脂肪酸组成进行气质分析,香精 C 中脂肪酸组成气质分析结果见表 2,虽然挥发性组分中短链脂肪酸含量很高,但其脂肪酸分析中中、短链的脂肪酸只占总脂肪酸含量的 5% 左右,酶解产物中的脂肪酸主要是以棕榈酸 32.733%,油酸 19.36% 和硬脂酸 14.15% 为主。虽然长链脂肪酸对样品香气贡献程度较低,但其对奶香精品尝的滋味有着较大的影响,因而其作用也是不可忽视的^[11]。

表 2 香精 C 脂肪酸组成气质分析

保留时间/min	化合物英文名称	化合物中文名称	相对含量/%
3.44	Butanoic acid	丁酸	1.182
6.97	Hexanoic acid	己酸	1.173
10.92	Octanoic acid	辛酸	0.793
14.38	4-Methyl-decanoic acid	4-甲基癸酸	0.182
14.53	Decanoic acid	癸酸	2.390
17.75	Dodecanoic acid	十二酸	3.381
20.66	Tridecanoic acid	十四酸	11.95
21.64	12-Methyl tridecanoic acid	12-甲基十四酸	0.488
22.06	Pentadecanoic acid	十五酸	1.289
23.31	9-Hexadecenoic acid	9-十六烯酸	1.053
23.71	Hexadecanoic acid	棕榈酸	32.733
24.97	2-Hexyl-cyclopropaneoctanoic acid	2-己基环丙基辛酸	0.245
25.39	Heptadecanoic acid	十七酸	0.838
26.64	9,12-Octadecadienoic acid	9,12-十八二烯酸	2.052
26.79	9-Octadecenoic acid	油酸	19.360
26.85	10-Octadecenoic acid	10-十八烯酸	0.561
27.08	16-Octadecenoic acid	16-十八烯酸	0.140
27.19	9-Octadecenoic acid	硬脂酸	14.150

3 结 论

经过 SPME 富集, GC-MS 分离与检测, 稀奶油中总共鉴定出 58 种挥发性化合物, 复配牛奶香精 A 中鉴定出 67 挥发性化合物, 天然牛奶香精 B 中鉴定得到 41 种挥发性化合物, 自制酶解香精 C 中鉴定得到 30 种挥发性化合物。

稀奶油和 3 种香精中挥发风味化合物的组成和所占百分比有所不同, 稀奶油中的主要挥发性物质为甲基酮类、醛类化合物, 香精 A 中的主要挥发性物质为酯类化合物, 而香精 B 和香精 C 的特征香气组分相似均为中、短碳链的脂肪酸。此外奶油酶解产物香精 C 可以作为香精基料进行适当稀释和调香后生产和制备各种天然乳品香精。

参 考 文 献

- 1 张之涤. 酶法奶类香精的研制及应用[J]. 中国食品添加剂, 1999, (4): 51~53
- 2 李玉发. 奶香型香味料的种类及合成方法[J]. 安徽化工, 2002, (5): 17~19
- 3 Pawliszyn, Steffen A. Analysis of flavor volatiles using headspace solid-phase microextraction [J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 1996, (44): 2 187~2 193
- 4 Burdock, George A. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients. Fifth edition [M]. United State: Baker & Taylor Books, 2004. 271~496
- 5 Langler J E, Day E A. Development and flavor properties of methyl ketones in milk fat [J]. Journal of Dairy Science, 1964, 47(12): 1 291~1 296
- 6 孙宝国, 刘玉平. 食用香料手册[M]. 北京: 中国石化出版社, 2004. 44~355
- 7 代 敏, 霍贵成. 固相微萃取在乳制品风味分析中的应用[J]. 中国乳品工业, 2006, (3): 39~42
- 8 王德峰. 食用香味料制备与应用手册[M]. 中国轻工业出版社, 北京: 2000. 395~398
- 9 郭本恒. 干酪[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 34~38
- 10 Balcao Victor M, Xavier Malcata F. Lipase catalyzed modification of milk fat [J]. Biotechnology Advances, 1998, 16(2): 309~314
- 11 Mcdaniel M R, Sather L A, Lindsay R C. Influence of free fatty acids on sweet cream butter flavor [J]. Journal of Food Science, 1969, 34 (3): 251~254

Comparison of Volatile Compounds in Different Milk Flavors and Cream by SPME-GC-MS

Wang Pei, Xu Shiying

(State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214112, China)

ABSTRACT SPME coupled with GC-MS was used to extract the flavor substances in cream and different milk flavor samples. 58 volatile compounds were identified in cream, 67, 41 and 30 volatile components were distinguished in artificial milk flavor A, natural milk flavor B and hydrolysis milk flavor C. The analysis of differences in milk flavors and the cream showed that the major volatile compounds in cream and milk flavors are totally different. Ketones, aldehydes are the main volatile compounds in cream, while butyrate esters and lactones are major aroma volatiles in artificial milk flavor A. And the key odorant compounds in natural milk flavor B and in hydrolysis milk flavor C are similar, most of them are short and middle chain fatty acids.

Key words cream, milk flavors, volatile compounds, SPME