

速溶乌龙茶粉挥发性成分的分析

靳巧丽¹, 姜泽东^{1,2,3}, 倪辉^{1,2,3}, 陈峰^{1,4}, 黄高凌^{1,2,3}, 杨远帆^{1,2,3}

(1. 集美大学食品与生物工程学院, 中国福建厦门 361021) (2. 福建省食品微生物与酶工程重点实验室, 中国福建厦门 361021) (3. 厦门市食品与生物工程技术研究中心, 中国福建厦门 361021) (4. 美国克莱姆森大学食品科学、营养与包装科学系, 美国南卡罗琳娜州 29634)

摘要: 速溶茶粉是重要的茶叶深加工产品。国内外对速溶茶粉加工工艺进行了深入研究, 但对其香味品质的研究较少。本文以速溶乌龙茶粉为研究对象, 采用固相微萃取 (SPME) 结合气-质联用技术 (GC-MS) 研究其挥发性成分。结果表明: SPME 的优化条件为用 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头在 70 $^{\circ}\text{C}$ 萃取 40 min; 经 GC-MS 分析, 从速溶乌龙茶粉中鉴定出 39 种挥发性成分, 其中芳樟醇、反式- β -罗勒烯、反式芳樟醇氧化物和顺式芳樟醇氧化物浓度最高, 其浓度分别是 16422.8、3407.8、2549.7 和 2163.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$; 香气强度值最高的成分是芳樟醇、顺式芳樟醇氧化物、反式芳樟醇氧化物、反式- β -罗勒烯和苯乙醛, 它们的香气强度值分别是 2,737,138、360,522、424,950、56,796 和 31,708。以上结果表明速溶乌龙茶粉主要挥发性成分和香气贡献成分是芳樟醇、反式- β -罗勒烯、反式芳樟醇氧化物和顺式芳樟醇氧化物。该研究为评价速溶茶粉香味品质特征提供了挥发性成分的数据参考。

关键词: 速溶乌龙茶粉; 挥发性成分; 固相微萃取; 气质联用; 香气强度值

文章编号: 1673-9078(2015)7-372-379

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.7.057

Volatile Components of Instant Oolong Tea Powder

JIN Qiao-li¹, JIANG Ze-dong^{1,2,3}, NI Hui^{1,2,3}, CHEN Feng^{1,4}, HUANG Gao-ling^{1,2,3}, YANG Yuan-fan^{1,2,3}

(1. College of Food and Bioengineering, Jimei University, Xiamen 361021, China) (2. Fujian Provincial Key Laboratory of Food Microbiology and Enzyme Engineering, Xiamen 361021, China) (3. Research Center of Food Biotechnology of Xiamen City, Xiamen 361021, China) (4. Department of Food, nutrition and package Science, Clemson University, South Carolina 29634, United States)

Abstract: Instant tea powder is an important processed product of tea. Previous studies have reported in-depth investigations regarding the processing technology used for instant tea powder, however, only few studies are available on the quality of instant tea powder. The volatile components of instant oolong tea powder were analyzed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) combined with solid-phase micro-extraction (SPME). The results showed that the optimal SPME conditions included using the 50/30- μm Divinylbenzene-Carboxen-Polydimethylsiloxane DVB-CAR-PDMS adsorption fiber at 70 $^{\circ}\text{C}$ for 40 min. GC-MS analysis identified 39 volatile components, consisting mainly of linalool, trans-ocimene, cis-linalool oxide, and trans-linalool oxide, at concentrations of 16422.8, 3407.8, 2549.7, and 2163.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$, respectively. Based on the analysis of odor activity value (OAV), the compounds mainly contributing to the aroma and their corresponding odor activity values were: linalool, 2,737,138; cis-linalool oxide, 360,522; trans-linalool oxide, 424,950; trans- β -ocimene, 56,796; and benzene acetaldehyde, 31,708. The above results together indicated that the main volatile components and aroma contributors were linalool, trans- β -ocimene, cis-linalool oxide, and trans-linalool oxide. These results provide reference data for the evaluation of the volatile components contributing to the aroma quality of instant oolong tea powder.

Key words: instant oolong tea powder; volatile components; solid-phase microextraction; gas chromatography-mass spectrometry; odor activity value

茶叶是我国乃至全世界最重要的农产品之一。速溶茶粉是以成品茶叶为原料, 经水提取、膜过滤、浓缩、高速离心、喷雾干燥等工艺加工而成的可溶性粉末状物质。与传统茶叶相比, 速溶茶粉具有冲饮方便、不留残渣、容易与其他食品调配等优点, 在食品工业中的应用越来越广泛^[1]。虽然国内外学者对茶叶加工工艺及茶叶品质特征进行了深入系统的研究, 但对于速溶茶粉品质尚未开展深入系统研究^[2~3]。

基金项目: 集美大学科研创新团队基金(2010A006)

作者简介: 靳巧丽 (1988-), 女, 硕士研究生在读

通讯作者: 倪辉 (1973-), 男, 博士, 教授, 主要研究方向为食品酶学和食品化学。

香气是决定茶叶产品质量的关键因素之一^[4], 而

且容易受到采收条件、加工和贮藏条件的影响而变化^[5-6]。相关研究表明^[7],不同品种的茶叶具有不同的香气特性,即使是同类茶叶的香气也不同。乌龙茶又名青茶,主要产于我国福建、广东和台湾三省,是我国六大茶类之一,为中国所独有^[8]。我国乌龙茶年产量超过20万吨,年产值高达400亿元^[9-10]。乌龙茶属于半发酵茶,其特殊的“做青”工艺使其品质介于绿茶和红茶之间,既有红茶浓鲜味又有绿茶清花香。近年来,有关学者对乌龙茶的香气成分进行了分析研究。如Lin等^[11]通过测定5个不同品种乌龙茶的挥发性成分,发现乌龙茶的主要挥发性成分为 α -法尼烯、橙花叔醇和吲哚等。Wang等^[12]对31个乌龙茶样品进行GC-MS分析,发现橙花叔醇、吲哚、芳樟醇和芳樟醇氧化物等是乌龙茶的主要挥发性成分。

本文以速溶乌龙茶粉为研究对象,利用固相微萃取技术(SPME)结合气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)对其挥发性成分进行采集和分析,研究速溶茶粉的香气成分,为客观评价速溶茶粉的品质特征提供实验参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

速溶乌龙茶茶粉(未经调香处理),由福建省大闽食品有限公司提供;正构烷烃标准品(C_8 - C_{20})购于美国Sigma-Aldrich公司(St. Louis, MO, USA);22种标准品(2-乙基呋喃、 β -月桂烯、2-萜烯、*p*-伞花烃、柠檬烯、反式- β -罗勒烯、苯乙醛、顺式- β -罗勒烯、反式芳樟醇氧化物、顺式芳樟醇氧化物、芳樟醇、二氢芳樟醇、薄荷醇、 α -蒎品醇、辛酸乙酯、癸醛、吲哚、橙花醇乙酸酯、乙酸香叶酯、癸酸乙酯、橙花叔醇、雪松醇)购于美国Sigma-Aldrich公司(St. Louis, MO, USA)或英国Alfa Aesar公司(Heysham, Lancashire, U.K.),内标环己酮购于美国Sigma-Aldrich公司(St. Louis, MO, USA),其它试剂均购于国药集团上海化学试剂有限公司。

1.2 实验主要仪器与设备

手动SPME进样器,美国Supelco公司(Bellefonte, PA, USA);100 μ m PDMS萃取头、75 μ m CAR/PDMS萃取头、65 μ m DVB/PDMS萃取头和50/30 μ m DVB/CAR/PDMS萃取头购于美国Supelco公司(Bellefonte, PA, USA);QP2010气相色谱-质谱联用仪(GC-MS),日本岛津公司。Rtx-5MS色谱柱购于美国Restek公司(Bellefonte, PA, USA)。

1.3 实验方法

1.3.1 GC-MS 分析的操作条件

色谱条件:色谱柱为Rtx-5MS(60 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m),载气为高纯氮气(纯度99.999%),柱流量3 ml/min,分流比1:5。

升温程序:程序升温,进样口温度220 $^{\circ}$ C,初始温度50 $^{\circ}$ C保持5 min,然后以5 $^{\circ}$ C/min升温至220 $^{\circ}$ C,在220 $^{\circ}$ C保持1 min。

质谱条件:离子源温度200 $^{\circ}$ C,电离方式EI,电离能量0.80 kV,接口温度250 $^{\circ}$ C,离子碎片扫描范围35-500 m/z。

1.3.2 SPME 萃取条件的优化

(1) 萃取头选择试验

称取3 g速溶乌龙茶粉放入50 mL顶空瓶中,加入30 mL沸水,立刻将瓶盖盖好,放入水浴中平衡5 min,分别用100 μ m PDMS、75 μ m CAR/PDMS、65 μ m DVB/PDMS、50/30 μ m DVB/CAR/PDMS共4种萃取头于60 $^{\circ}$ C萃取30 min后进行GC-MS分析,计算总峰面积。

(2) 萃取温度选择试验

称取3 g速溶乌龙茶粉放入50 mL顶空瓶中,加入30 mL沸水,立刻将瓶盖盖好,放入水浴中平衡5 min,用50/30 μ m DVB/CAR/PDMS萃取头分别在40、50、60、70和80 $^{\circ}$ C萃取30 min,用GC-MS分析,测定各萃取温度下的总峰面积。

(3) 萃取时间选择试验

称取3 g速溶乌龙茶粉放入50 mL顶空瓶中,加入30 mL沸水,立刻将瓶盖盖好,放入水浴中平衡5 min,用50/30 μ m DVB/CAR/PDMS萃取头在70 $^{\circ}$ C下分别萃取20、30、40和50 min,用GC-MS分析,研究萃取温度对总峰面积的影响。

1.3.3 茶粉中挥发性成分的定性及定量分析

称取3 g速溶乌龙茶粉放入50 mL顶空瓶中,加入30 mL沸水,立刻将瓶盖盖好,放入水浴中平衡5 min,用50/30 μ m DVB/CAR/PDMS萃取头在70 $^{\circ}$ C下萃取40 min,进行GC-MS分析,通过将特征离子峰和保留指数与标准品、挥发性成分谱库(NIST08、NIST08s、FFNSC1.3)及参考文献对照进行定性。对于2-乙基呋喃和 β -月桂烯等22种成分通过标准曲线定量(SIM模式,内标法,内标物环己酮,特征碎片为55)进行定量,其余17种成分通过内标环己酮进行定量。

1.3.4 香气强度值分析

根据相关文献提供的各挥发性成分的阈值^[13-16]

计算香气强度值 (OAVs) (将挥发性物质物质浓度除以香气嗅闻阈值)。

2 结果与讨论

2.1 SPME 条件的优化

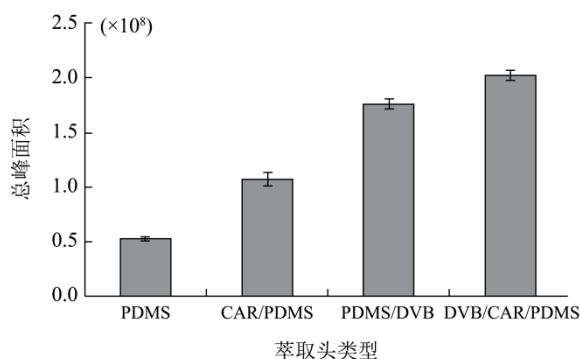


图 1 萃取头类型对速溶乌龙茶粉中挥发性成分萃取的影响

Fig.1 Effect of fiber on volatile extraction from Oolong tea extract

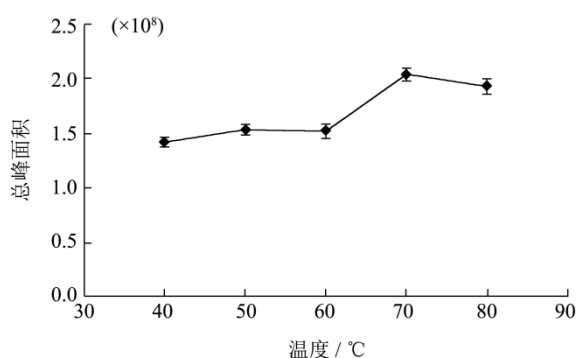


图 2 萃取温度对速溶乌龙茶粉中挥发性成分萃取的影响

Fig.2 Effect of extraction temperature on volatile extraction from Oolong tea extract

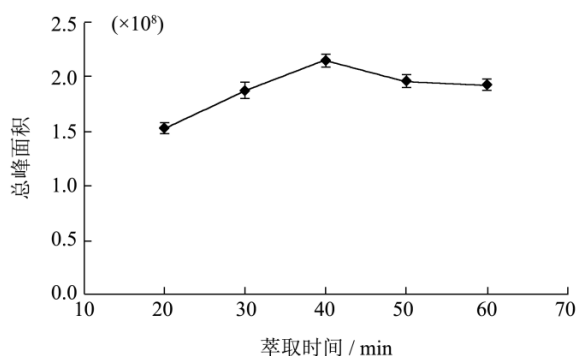


图 3 萃取时间对速溶乌龙茶粉中挥发性成分萃取的影响

Fig.3 Effect of extraction time on volatile extraction from Oolong tea extract

图 1 显示, 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头上挥发性成分的总峰面积大于另外三种萃取头, 说明 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头对茶粉中挥发性成分的吸附效率更高。如图 2 所示, 当萃取温度为 70 °C

时, 总峰面积达到最大, 说明该温度最有利于萃取速溶茶粉中的挥发性成分。由图 3 所示的结果可知, 当萃取时间为 40 min 时萃取得到的总峰面积最大, 其后随着时间的延长总峰面积呈现缓慢下降的趋势。根据这些结果, 确定萃取速溶乌龙茶粉中挥发性成分的条件是: 用 50/30 μm DVB/CAR/PDMS 萃取头于 70 °C 萃取 40 min。

2.2 速溶乌龙茶粉的挥发性成分鉴定及定量

分析

萃取速溶乌龙茶粉中的挥发性成分并进行 GC-MS 分析, 总离子图 (图 4) 显示, 速溶乌龙茶粉中含有多种挥发性成分, 根据各成分的保留指数及特征离子碎片, 结合标准品对照和文献检索, 共鉴定出 39 种挥发性成分 (表 1)。对它们进行定量分析, 结果 (表 2) 显示, 速溶乌龙茶粉的主要挥发性成分为芳樟醇(16422.8±4121.1 μg/kg), 反式-β-罗勒烯(3407.8±373.4 μg/kg), 顺式芳樟醇氧化物(2163.1±292.8 μg/kg) 和反式芳樟醇氧化物(2549.7±315.7 μg/kg), 这些成分在乌龙茶研究的相关文献中已经报道^[11, 17], 说明速溶乌龙茶粉与乌龙茶在挥发性成分方面具有一定的相似性。

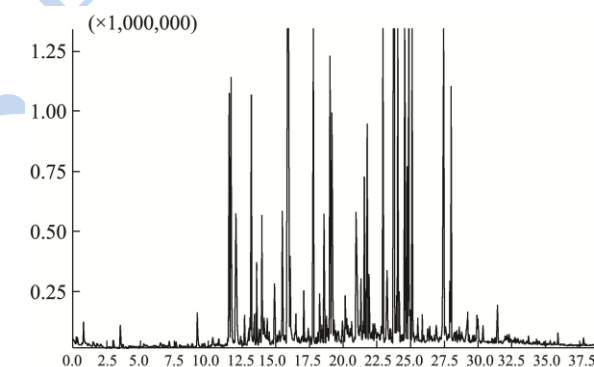


图 4 速溶乌龙茶粉挥发性成分的总离子图

Fig.4 Total ion chromatogram (TIC) of the volatile components of Oolong tea extract

进一步对比本研究测定的速溶乌龙茶粉挥发性成分和国内外研究测定的乌龙茶挥发性成分发现, 速溶乌龙茶粉与乌龙茶在挥发性成分方面具有一定差别。如, Wang 等^[12]发现乌龙茶中除含有较多的吲哚、芳樟醇及其氧化物外, 还含有较多的橙花叔醇、苯乙醛、正己醛、苯乙腈、香叶醇等, 但本研究发现橙花叔醇和苯乙腈在乌龙茶粉中的含量较低, 正己醛和香叶醇尚未在乌龙茶粉中检测到。Lin 等^[11]对 75 种乌龙茶样品进行分析发现, α-法尼烯是乌龙茶中的主要风味成分, 但本研究未检测到这种成分。由于有关茶叶挥发

性成分在加工、贮藏中变化规律研究的文献报道还较少,暂时还不明确这些差异的确切原因及物质相互转化的化学过程,但显而易见,速溶茶粉提取过程中的

加热、真空浓缩等工艺操作导致挥发性成分的挥发损失是引起挥发性成分变化的重要因素。

表1 速溶乌龙茶粉挥发性成分的鉴定结果

Table 1 Identification of volatile components of Oolong tea extract

序号	中文名	保留时间/min	保留指数 ^a	保留指数 ^b	特征碎片离子	鉴定依据
1	2-乙基呋喃	0.751	-	705	96 81	Std MSP ^[18]
2	1-乙基-1H-吡咯	3.472	822	812	95 80	MSP ^[19]
3	β -月桂烯	11.69	995	991	136 93 41	Std MSP ^[20]
4	E-2-(2-戊烯基)呋喃	12.121	1005	1003	136 107 39	MSP ^[21]
5	2-萹烯	12.71	1020	1021	139 93 41	Std MSP ^[22]
6	伞花炔	13.03	1029	1026	134 119 91	Std MSP ^[20]
7	柠檬烯	13.198	1033	1028	99 44 43	Std MSP ^[20]
8	顺式- β -罗勒烯	13.598	1043	1048	136 93 41	Std MSP ^[19]
9	苯乙醛	13.836	1049	1041	120 91 39	Std MSP ^[19]
10	反式- β -罗勒烯	13.997	1053	1048	136 93 41	Std MSP ^[19]
11	γ -蒎品烯	14.396	1063	1059	136 93 43	MSP ^[19]
12	顺式芳樟醇氧化物	14.932	1077	1073	59 41	Std MSP ^[22]
13	反式芳樟醇氧化物	15.842	1089	1090	59 41	Std MSP ^[22]
14	芳樟醇	15.939	1103	1098	136 41	Std MSP ^[19]
15	2,6-二甲基环己醇	16.083	1107	1114	71 43	MSP ^[22]
16	苯乙醇	16.438	1118	1118	122 91	MSP ^[22]
17	二氢芳樟醇	17.094	1137	1130	138 109 41	Std MSP ^[23]
18	苯乙腈	17.335	1144	1142	117 90 51	MSP ^[22]
19	2-壬烯醛	17.991	1164	1153	70 43	MSP ^[24]
20	薄荷醇	18.443	1177	1173	138 71 41	Std MSP ^[25]
21	α -蒎品醇	19.037	1195	1191	109 94 41	Std MSP ^[19]
22	辛酸乙酯	19.177	1199	1197	172 88 57	Std MSP ^[26]
23	藏花醛	19.35	1205	1196	150 107 39	MSP ^[27]
24	癸醛	19.451	1208	1204	57 43	Std MSP ^[24]
25	β -环柠檬醛	20.02	1227	1219	69 41	MSP ^[28]
26	吡啶	22.213	1300	1293	117 58	Std MSP ^[27]
27	十一醛	22.485	1310	1306	156 43	MSP ^[25]
28	α -蒎品醇乙酸酯	23.736	1355	1356	121 93 43	MSP ^[29]
29	橙花醇乙酸酯	24.06	1367	1371	69 43	Std MSP ^[29]
30	乙酸香叶酯	24.578	1386	1389	106 69 41	Std MSP ^[29]
31	反式- β -大马酮	24.735	1392	1408	190 69 41	MSP ^[22]
32	癸酸乙酯	24.875	1397	1397	88 43	Std MSP ^[26]
33	顺式茉莉酮	25.123	1406	1393	164 79 41	MSP ^[22]
34	十二醛	25.243	1411	1415	71 57 43	MSP ^[25]
35	α -紫罗酮	25.873	1436	1429	192 121 43	MSP ^[24]
36	香叶基丙酮	26.416	1457	1453	69 43	MSP ^[27]
37	β -紫罗酮	27.382	1495	1478	192 121 43	MSP ^[22]
38	橙花叔醇	29.165	1569	1562	69 41	Std MSP ^[22]
39	雪松醇	30.363	1620	1606	95 43	Std MSP ^[23]

注: 保留时间、保留指数为 Rtx-5MS 色谱柱结果, 保留指数^a是本研究测定值, 保留指数^b为文献报道的数值, Sd 为标准品对照作为鉴定依据, MS 为质谱库搜索结果作为鉴定依据, P 表示参考文献, P[n]表示第 n 篇参考文献。

表 2 速溶乌龙茶粉主要香气成分的定量结果

Table 2 Quantification of the volatile components of Oolong tea extract

序号	中文名	标准曲线回归方程	标准曲线R ²	茶粉中含量/(μg/kg)
1	2-乙基呋喃	Y = 42.52381X - 0.122025	0.994	160.5±33.8
2	1-乙基-1H-吡咯	-	-	1.2±0.1
3	β-月桂烯	Y = 287.9055X - 0.4522558	0.999	63.9±9.2
4	E-2-(2-戊烯基)呋喃	-	-	3.0±0.6
5	2-萹烯	Y = 3.32834X - 0.01435682	0.991	60.5±12.1
6	p-伞花烃	Y = 520.2476X - 1.927067	0.990	4.2±0.9
7	柠檬烯	Y = 316.926X - 1.142515	0.993	44.3±6.8
8	顺式-β-罗勒烯	Y = 268.7828X - 0.6869707	0.997	22.5±3.8
9	苯乙醛	Y = 14.49662X - 0.0481671	0.997	126.8±6.7
10	反式-β-罗勒烯	Y = 2.123641X - 0.0011731	0.997	3407.8±373.4
11	γ-萹品烯	-	-	6.6±0.9
12	顺式芳樟醇氧化物	Y = 1.949452X + 0.0101081	0.999	2163.1±292.8
13	反式芳樟醇氧化物	Y = 1.32833X + 0.0201439	1.000	2549.7±315.7
14	芳樟醇	Y = 36.83716X + 0.6821087	0.999	16422.8±121.1
15	2,6-二甲基环己醇	-	-	79.8±13.1
16	苯乙醇	-	-	8.0±1.1
17	二氢芳樟醇	Y = 208.8604X + 0.2517005	0.999	15.5±3.0
18	苯乙腈	-	-	2.3±0.1
19	2-壬烯醛	-	-	2.9±0.1
20	薄荷醇	Y = 34.94028X - 0.1118045	0.997	19.9±2.0
21	α-萹品醇	Y = 71.58077X - 0.0681188	0.999	220.0±54.2
22	辛酸乙酯	Y = 337.6438X - 0.2333251	0.994	30.0±8.7
23	藏花醛	-	-	15.5±2.6
24	癸醛	Y = 11.58392X - 0.0531999	0.993	14.8±0.4
25	β-环柠檬醛	-	-	11.3±1.9
26	吲哚	Y = 6.801662X - 0.0198278	0.972	185.6±5.3
27	十一醛	-	-	2.7±0.3
28	α-萹品醇乙酸酯	-	-	3.7±0.8
29	橙花醇乙酸酯	Y = 270.4465X - 0.0624131	1.000	93.5±28.6
30	乙酸香叶酯	Y = 383.2876X - 0.0797587	1.000	128.0±37.1
31	反式-β-大马酮	-	-	12.4±2.0
32	癸酸乙酯	Y = 977.8149X - 2.453155	0.983	30.4±8.2
33	顺式茉莉酮	-	-	30.3±7.8
34	十二醛	-	-	3.1±0.8
35	α-紫罗酮	-	-	6.1±1.2
36	香叶基丙酮	-	-	1.2±0.3
37	β-紫罗酮	-	-	1.9±0.5
38	橙花叔醇	Y = 125.2031X - 0.5134437	0.994	4.5±0.2
39	雪松醇	Y = 141.5519X - 0.3874775	0.997	4.8±0.8

注: 含量 (μg/kg) 表示每 kg 乌龙茶粉中含有多少 μg 香气成分

2.3 速溶乌龙茶粉的香气强度值 (OAVs) 分析

速溶乌龙茶粉中各挥发性成分的香气强度值 (表3) 表明, 速溶乌龙茶粉的OAVs贡献成分主要有芳樟醇 (2,737,138)、顺式芳樟醇氧化物 (360,522)、反式芳樟醇氧化物 (424,950)、反式- β -罗勒烯 (56,796)、苯乙醛 (31,708)、 β -月桂烯 (4,258)、 α -紫罗酮 (2,350) 和吲哚 (1,326) 构成, 它们的OAVs加和值占检测出挥发性成分总OAVs值的99%以上, 该结果说明这些物质是速溶乌龙茶粉的主要香味成分。其中芳樟醇具有强烈花香、茶香气味, 芳樟醇的氧化物有一定陈旧气味, 反式罗勒烯具有草香和花香气味。

表3 速溶乌龙茶粉中各挥发性成分的香气强度值

Table 3 OAVs of the volatile components of Oolong tea extract

序号	成分中文名	香气阈值/(mg/L)	香气强度值 (OAVs)	气味描述
1	β -月桂烯	0.015	4258	花香、果香
2	p-伞花炔	0.0114	368	柑橘味
3	柠檬烯	1	44	柠檬香、草香
4	顺式- β -罗勒烯	0.06	375	草香、花香
5	苯乙醛	0.004	31708	草香
6	反式- β -罗勒烯	0.06	56796	草香、花香
7	γ -萜品烯	1	7	柑橘味
8	顺式芳樟醇氧化物	0.006	360522	花香、陈旧
9	反式芳樟醇氧化物	0.006	424950	果香、陈旧
10	芳樟醇	0.006	2737138	果香、茶香
11	苯乙醇	0.75	11	花香
12	薄荷醇	0.92	22	薄荷香
13	α -萜品醇	0.33	667	甜香
14	癸醛	0.02	742	甜香、果香
15	吲哚	0.14	1326	花香、坚果香
16	橙花醇乙酸酯	2	47	果香
17	乙酸香叶酯	0.15	853	花香
18	α -紫罗酮	0.0026	2350	花果香、木香
19	香叶基丙酮	0.06	20	花香、淡木香
20	橙花叔醇	0.015	300	花香、草香

注: 香气强度值 (OAVs) = (速溶乌龙茶粉中的浓度) / (嗅感阈值), 阈值由查阅相关文献^[13-16]得到。

3 结论

通过对速溶乌龙茶粉挥发性成分固相微萃取 (SPME) 条件及气相色谱-质谱联用 (GC-MS) 分析, 选择用 50/30 μ m DVB/CAR/PDMS 萃取头对速溶乌龙茶粉挥发性成分进行固相微萃取, 优化的萃取条件为 70 $^{\circ}$ C 萃取 40 min; 通过 GC-MS 分析, 从速溶乌龙茶

查阅相关文献报道的乌龙茶中主要香气成分发现^[11, 12], 橙花叔醇 (香气阈值极低) 是乌龙茶香气成分的重要组成部分^[30], 但本研究测定得到速溶乌龙茶粉中其香气强度值仅为300, 远远低于芳樟醇、顺式芳樟醇氧化物、反式芳樟醇氧化物和反式- β -罗勒烯等物质。此外, 花香味浓郁且对乌龙茶风味贡献较大的苯乙醇^[12]在速溶乌龙茶粉中的香气强度值也很低。该结果说明, 速溶乌龙茶粉和乌龙茶的整体香气特征可能具有较大的不同。相关文献报道, 茶叶的香气易受到加热、光照和氧化等条件影响^[27], 在速溶茶粉加工的萃取、浓缩、干燥等工艺操作过程中, 茶叶不可避免地经受了加热、光照和氧化处理, 尤其是加热和真空处理对挥发性成分具有显著的影响^[31], 这是导致速溶茶粉和茶叶香气差异出现的主要原因。

粉中共鉴定出 39 种挥发性成分, 其中浓度最高的成分是芳樟醇、反式- β -罗勒烯、反式芳樟醇氧化物和顺式芳樟醇氧化物等, 它们的浓度分别是 16422.8、3407.8、2549.7 和 2163.1 μ g/kg; 香气强度值最高的成分是芳樟醇、顺式芳樟醇氧化物、反式芳樟醇氧化物、反式- β -罗勒烯和苯乙醛, 它们的香气强度值分别是 2,737,138、360,522、424,950、56,796 和 31,708。速溶乌龙茶粉的

主要挥发性成分及香气贡献成分是芳樟醇、反式- β -罗勒烯、反式芳樟醇氧化物和顺式芳樟醇氧化物等物质,与乌龙茶相比具有较大的差异。

参考文献

- [1] 邹锋扬,金心怡,王淑凤,等.速溶茶粉产品的研究进展[J].饮料工业,2012,15(3):7-12
ZOU Feng-yang, JIN Xin-yi, WANG Shu-feng, et al. The Research Progress of Instant Tea [J]. The Beverage Industry, 2012, 15 (3): 7-12
- [2] 康孟利,薛旭初,骆耀平,等.速溶茶研究进展及前景 [J]. 茶叶, 2006, 32 (3): 136-140
KANG Meng-li, XUE Xu-chu, LUO Yao-ping, et al. Advances in Instant Tea Research [J]. Journal of Tea, 2006, 32 (3): 136-140.
- [3] 朱旗,施兆鹏.速溶茶保香增香与香气研究[J].中国茶叶加工,2000,3:24-24
ZHU Qi, SHI Zhao-peng. The Instant Tea of Lasting Fragrance, Increase Incense and Aroma Research [J]. China Tea Processing, 2000, 3: 24-24
- [4] SCHUH C, SCHIEBERLE P. Characterization of the key aroma compounds in the beverage prepared from Darjeeling black tea: quantitative differences between tea leaves and infusion [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54 (3): 916-924
- [5] 魏志文,李大祥,张华艳,等.红绿茶加工工艺对茶鲜叶香气和糖苷类香气前体的影响 [J]. 中国农学通报,2007,23(11): 109-142
WEI Zhi-wen, LI Da-xiang, ZHANG Hua-yang, et al. Effects of Processing Techniques on Aroma and Glycosidic Aroma Precursors in Fresh Tea Leaves [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2007, 23 (11): 109-142
- [6] 张婉婷,张灵枝,王登良.加工工艺对乌龙茶香气成分影响的研究进展[J].中国茶叶,2010,4:10-13
ZHANG Wan-ting, ZHANG Ling-zhi, WANG Deng-liang. The Effects of Processing Technology on the Flavoring Compositions in Oolong Tea were Investigated [J]. China Tea, 2010, 4: 10-13
- [7] LASEKAN O, LASEKAN A. Flavour Chemistry of Mate and Some Common Herbal Teas [J]. Trends in Food Science and Technology, 2012, 27 (1): 37-46
- [8] 陈泉宾,张应根,陈林,等.不同类型乌龙茶香气差异分析[J].茶叶科学技术,2013,4:25-30
CHEN Quan-bin, ZHANG Ying-gen, CHEN Lin, et al. Aroma Difference Analysis in Different Oolong Tea [J]. Tea Science and Technology, 2013, 4: 25-30
- [9] 中国茶叶流通协会.中国乌龙茶行业发展报告 [J]. 茶世界,2012, 2:34-51
China Tea Circulation Association. Chinese Oolong Tea Industry Development Report [J]. Tea World, 2012, 2: 34-51
- [10] 商务部.乌龙茶出口产品良好管理操作规范 2010 年[M]. 中华人民共和国商务部,2011:18-24
Commerce. Oolong Tea Export Product Good Management Practices in 2010 [M]. Chinese Ministry of Commerce, 2011: 18-24.
- [11] LIN J, ZHANG P, PAN Z, et al. Discrimination of oolong tea (Camellia sinensis) varieties based on feature extraction and selection from aromatic profiles analysed by HS-SPME/GC-MS [J]. Food Chemistry, 2013, 141 (1): 259-265
- [12] WANG K, LIU F, LIU Z, et al. Analysis of chemical components in oolong tea in relation to perceived quality [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2010, 45 (5): 913-920
- [13] JOSHI R, GULATI A. Fractionation and identification of minor and aroma-active constituents in Kangra orthodox black tea [J]. Food Chemistry, 2015, 167: 290-298
- [14] NARBONA E, GARC A - GARC A E, V ZQUEZ - ARA JO L, et al. Volatile composition of functional 'a la Piedra'turron with propolis [J]. International Journal of Food Science and Technology, 2010, 45 (3): 569-577
- [15] S BASTIEN P, RENAUD B, FR D RIC D, et al. Aromatic composition and potent odorants of the "specialty coffee" brew "Bourbon Pointu" correlated to its three trade classifications [J]. Food Research International, 2014, 61: 264-271
- [16] DU X, FINN C E, QIAN M C. Volatile composition and odour-activity value of thornless 'Black Diamond' and 'Marion' blackberries [J]. Food Chemistry, 2010, 119 (3): 1127-1134
- [17] QIN Z, PANG X, CHEN D, et al. Evaluation of Chinese tea by the electronic nose and gas chromatography-mass spectrometry: Correlation with sensory properties and classification according to grade level [J]. Food Research International, 2013, 53 (2): 864-874
- [18] KIM Y, GOODNER K L, PARK J-D, et al. Changes in antioxidant phytochemicals and volatile composition of Camellia sinensis by oxidation during tea fermentation [J]. Food Chemistry, 2011, 129 (4): 1331-1342
- [19] TONTUL I, TORUN M, DINCER C, et al. Comparative study on volatile compounds in Turkish green tea powder:

- Impact of tea clone, shading level and shooting period [J]. Food Research International, 2013, 53 (2): 744-750
- [20] TSCHIGGERL C, BUCAR F. Influence of saponin plants on the volatile fraction of thyme in herbal teas [J]. Fitoterapia, 2011, 82 (6): 903-910
- [21] ZENG Y-X, ZHAO C-X, LIANG Y-Z, et al. Comparative analysis of volatile components from Clematis species growing in China [J]. Analytica Chimica Acta, 2007, 595 (1): 328-339
- [22] PRIPDEEVECH P, MACHAN T. Fingerprint of volatile flavour constituents and antioxidant activities of teas from Thailand [J]. Food Chemistry, 2011, 125 (2): 797-802
- [23] JOSHI R K, MATHELA C S. Chemical constituents of leaf essential oil of Nepeta laevigata (D. Don) Hand.-Mazz from Kumaun Himalaya [J]. American Journal of Essential Oils and Natural Products, 2013, 1 (1): 7-10
- [24] DU L, LI J, LI W, et al. Characterization of volatile compounds of pu-erh tea using solid-phase microextraction and simultaneous distillation-extraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry [J]. Food Research International, 2014, 57: 61-70
- [25] <http://www.odour.org.uk/lriindex.html>
- [26] PINO J A, QUERIS O. Analysis of volatile compounds of pineapple wine using solid-phase microextraction techniques [J]. Food Chemistry, 2010, 122 (4): 1241-1246
- [27] FANARO G, DUARTE R, SANTILLO A, et al. Evaluation of γ -radiation on oolong tea odor volatiles [J]. Radiation Physics and Chemistry, 2012, 81 (8): 1152-1156
- [28] LV H-P, ZHONG Q-S, LIN Z, et al. Aroma characterisation of Pu-erh tea using headspace-solid phase microextraction combined with GCMS and GC-olfactometry [J]. Food Chemistry, 2012, 130 (4): 1074-1081
- [29] NEZHADALI A, AKBARPOUR M, SHIRVAN B Z. Chemical composition of the essential oil from the aerial parts of Artemisia herba [J]. Journal of Chemistry, 2008, 5 (3): 557-561
- [30] MA C, QU Y, ZHANG Y, et al. Determination of nerolidol in teas using headspace solid phase microextraction-gas chromatography [J]. Food Chemistry, 2014, 152: 285-290
- [31] 罗龙新.速溶茶和茶饮料生产中香气的损失及改善技术 [J].中国茶叶,2007,28 (6):12-14
- LUO Long-xin. The Technology of Aroma Loss and Improve in the Production of Instant Tea and Tea Drinks [J]. China Tea, 2007, 28 (6): 12-14