

分析比较两种不同方式制备的无色茶香提取物 风味成分

刘晓辉^{1,2*}, 吴函殷², 刘雪娇¹, 罗龙新¹

(1. 深圳市深宝华城科技有限公司, 深圳 518057; 2. 婺源县聚芳永茶业有限公司, 婺源 333200)

摘 要: **目的** 分析比较膜过滤、减压蒸馏两种方式制备的无色茶香近水饮料的理化及风味品质。**方法** 采用不同孔径膜过滤、减压蒸馏两种方式制备得到 3 个无色茶香水提取物, 通过对其香气组分、咖啡因、茶多酚等风味品质理化分析并结合感官评定, 寻找最合适的无色茶香近水饮料的制备方法。**结果** 经分析鉴定, 3 个样品共鉴定出 44 种香气成分, 膜过滤方式中共检出 26 种、蒸馏方式中检测有 28 种。其中样品 1 香气成分以醇类和酮类为主, 两者占总香气量的 80.79%; 样品 2 和样品 3 以酯类和醇类香气物质为主, 这两类物质占总香气比分别为 90.74%和 91.60%。另外茶多酚、咖啡因和儿茶素在样品 2 中含量最高, 样品 1 其次, 样品 3 中均未检出。**结论** 通过指标分析并结合感官风味评审发现, 无色透明提取物样品 2 中含有较高的茶特性成分, 香气浓郁带有茉莉花香, 滋味饱满带回甘, 在 3 个试样中评价最优。综合评估认为采用膜过滤方式并选择适当孔径的膜及处理工艺, 可以得到风味与品质兼备的无色茶香提取物。

关键词: 近水饮料; 无色茶香提取物; 膜过滤; 蒸馏; 固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术

Analytical comparison on flavor components of colorless tea extracts prepared from two different methods

LIU Xiao-Hui^{1,2*}, WU Han-Yin², LIU Xue-Jiao¹, LUO Long-Xin¹

(1. Shenzhen Shenbaohuacheng Sci-Tech. Co., Ltd., Shenzhen 518057, China;
2. Wuyuan Jufangyong Tea Co., Ltd., Wuyuan 333320, China)

ABSTRACT: Objective To analyze and compare the physicochemical and flavor quality of colorless tea-aroma near-water beverage prepared by membrane filtration and vacuum distillation. **Methods** Three colorless tea aroma water extracts were prepared by different pore diameter membrane filtration and vacuum distillation. Through physical and chemical analysis of their aroma components, caffeine, tea polyphenols and other flavor qualities and sensory evaluation, the most suitable preparation method of colorless tea aroma near-water beverage was found. **Results** After analysis and identification, 44 kinds of aroma components were identified in 3 samples, 26 kinds were detected by membrane filtration and 28 kinds were detected by distillation. Among them, the aroma components of sample 1 were mainly alcohols and ketones, accounting for 80.79% of the total aroma. Samples 2 and 3 were mainly composed of esters and alcohols, which accounted for 90.74% and 91.60% of the total aroma respectively. In

基金项目: 深圳市创业资助项目(CYZZ20170327145804274)

Fund: Supported by the Entrepreneurship Foundation of Shenzhen (CYZZ20170327145804274)

*通讯作者: 刘晓辉, 高级工程师, 主要研究方向为茶饮料开发与风味品质化学。E-mail: liuxh985@126.com

*Corresponding author: LIU Xiao-Hui, Senior Engineer, Shenzhen Shenbao Huacheng Tech. Co., Ltd., 8F of Block B, Building 4, Software Industry Base, Yuehai Street, Nanshan District, Shenzhen 518057, China. E-mail: liuxh985@126.com

addition, tea polyphenols, caffeine and catechin are the highest in sample 2, followed by sample 1 and not detected in sample 3. **Conclusion** Through index analysis and sensory flavor evaluation, it was found that colorless and transparent extract sample 2 contained high tea characteristic components, rich aroma with jasmine fragrance, full taste and sweet aftertaste, and was evaluated best among the three samples. Comprehensive evaluation shows that colorless tea aroma extract with both flavor and quality can be obtained by membrane filtration and membrane treatment and technology with appropriate pore size.

KEY WORDS: near-water beverage; colorless tea aroma extract; membrane filtration; distillation extraction; solid-phase micro-extraction-gas chromatography-mass spectrometry

1 引言

随着人们健康意识的提升及全世界降糖的流行,天然健康、低糖无糖、零卡零脂的健康饮料受到关注。“近水饮料”颜色近乎透明无色,少添加甚至无添加糖,同时又能保留茶的醇香与口感。香气是无色透明饮料风味项中最重要的指标,但由于茶叶中香气物质含量低,物质种类繁多,受热容易转化,故无色天然茶香提取物产品面临诸多挑战。

当前茶香提取技术主要有蒸馏萃取法(simultaneous distillation extraction, SDE)^[1]、减压蒸馏萃取法(vacuum distillation extraction, VDE)^[2]、顶空吸附法(headspace adsorption, HAS)^[3]、超临界二氧化碳萃取法^[4]、柱吸附法^[5]等。但 SDE 法不仅效率低,且萃取出的香气物质不能用来进行定量分析,成分无法按比例萃取^[6];柱吸附法需要用到乙醚等有机溶剂^[7],增加食品安全隐患;超临界二氧化碳萃取法设备及运营成本高等。膜分离是一种无相变、低能耗物理分离过程,具有高效、节能、无污染、操作方便和用途广等特点而得到广泛地应用^[8-10]。但目前用于无色透明茶香提取物的制备报道较少。

本研究以茉莉绿茶为例选用不同孔径膜过滤,同时以减压蒸馏作为参照对容易实现工业化的膜处理方式制得具有茶香的无色透明茶饮料,对两种方式制备得的天然茶香提取物香气与理化风味成分的分析比较,以期为

膜制备茶近水饮料及天然香气提取物的开发研究及应用提供支持。

2 材料与方法

2.1 材料、仪器与试剂

茉莉绿茶(一级,四川嘉竹茶业有限公司);异 VC 钠(食品级,广州四海伟业贸易有限公司)。

RNM-18G 多功能浓缩实验室设备(杭州瑞纳膜工程有限公司);50/30 μm DVB/CAR/PDMS 固相微萃取头(美国 Supelco 公司);7890B 气相色谱仪、5977A DMS 质谱仪、Agilent 1260 高效液相色谱仪(美国安捷伦科技有限公司);SIGMA4-16KS 离心机(德国西格玛有限公司);BAS3202S 电子天平[赛多利斯科学仪器(北京)有限公司];RD03 真空蒸馏仪(上海科兴仪器有限公司);HH-4 数显恒温水浴锅(国华电器有限公司);AN0142 电子天平(上海民桥精密科学仪器有限公司);UV 紫外分光光度计(尤尼柯上海仪器有限公司)。

酒石酸钠、硫酸亚铁、十二水合磷酸氢二钠、磷酸二氢钾、水合肼三铜、氯化亚锡(分析纯,国药集团化学试剂有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 无色茶香提取物制备工艺

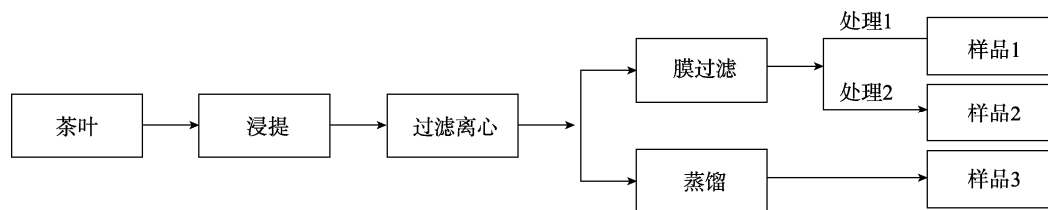


图 1 两种方式制备无色茶香提取物的工艺流程

Fig.1 Process flow of colorless tea extracts prepared from 2 methods

2.2.2 样品制备条件及过程

浸提: 300 g 茉莉花茶原料,按茶叶干重的 0.3%添加异 VC 钠,按 1: 25 的茶水比加入 7500 g 85 $^{\circ}\text{C}$ 以上的纯水,恒温浸提 20 min,提取结束后 300 目滤布初过滤,冷却至

室温后,再用 500 目滤布过滤,离心得浸提茶液 6 L,分成 3 份,后每份 2.0 L 分别用不同方式制备无色茶香提取物即样品 1、2、3。

样品 1: 膜过滤处理 1(膜孔径截留分子量 >100): 压力

2.5 MPa、温度 30 °C, 以 200 mL PE 瓶收集膜过滤液水 6 瓶。

样品 2: 膜过滤处理 2(膜孔径截留分子量>300): 压力 2.5 MPa、温度 30 °C, 以 200 mL PE 瓶收集膜过滤液水 6 瓶。

样品 3: 蒸馏制备, 减压(真空度>0.1 MPa)、温度 55 °C, 收集第 1 瓶 0.2 L、第 2、3 瓶各 0.25 L 及第 4 瓶 0.2 L, 总量为 0.9 L 香气冷凝水。

检测取样: 样品 1 和 2 分别取收集序号为第 1 瓶、第 3 及第 5 瓶, 样品 3 取第 1、3 和 4 瓶进行检测, 检测点分别标示为各样品的前段、中段及后段。

2.2.3 香气物质萃取方法

样品 1 和样品 2 直接取 20 g 于 60 mL 顶空瓶中; 样品 3 采用先称取 15 g 提取物样品, 加水稀释至 20g。后用密封垫迅速密封顶空瓶, 置于 50 °C 水浴锅中平衡 10 min, 再将 DVB/CAR/PDMS 固相萃取头插入顶空瓶, 萃取 40 min, 取出后立即插入气相色谱仪的进样口中解吸附, 并启动升温程序采集数据, 解吸附 5 min。每个样品重复测 3 次。

2.2.4 气相色谱-质谱联用分析条件

气相色谱(gas chromatography, GC)条件: 安捷伦 HB-5MS(30 m×0.25 mm, 0.25 μm)弹性石英毛细管柱。进样口温度为 240 °C; 流速 1.0 mL/min。升温程序: 50 °C 保持 5 min, 以 3 °C/min 升至 180 °C 保持 2 min, 后以 10 °C/min 升至 250 °C 保持 3 min。

质谱(mass spectrum, MS)条件: EI 电离能量为 70 eV; 质量扫描范围为 50~450 amu; 离子源温度为 230 °C; 四极杆温度为 150 °C; 质谱传输线温度为 220 °C。

2.2.5 香气物质的定性和定量

利用 GC-MS 工作站自带 NIST 11.L 标准谱库自动检索各组份质谱数据, 并进行人工分析。查对相关资料, 对基峰、质荷比和相对丰度等方面进行分析, 结合保留时间和质谱分别对各峰进行确认。定量方法采取峰面积归一法, 得到各组分的相对含量(组分峰面积占总峰面积的百分比)。

2.2.6 感官评价

邀请 5 位具有高级评茶师资格证的评审员, 参照 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》^[11]并结合实际对样品的香气与风味进行评估, 评审结果以评语加评分的方式表示。综合评分从香气类型、浓郁程度及滋味 3 个因子评价, 并分别按 30%、40%与 30%权重计算以平均值表示。

2.2.7 茶多酚测定方法

依据 GB/T 21733-2008《茶饮料附录 A: 茶饮料中茶多酚的检测方法》^[12]中酒石酸亚铁比色法测定。

2.2.8 咖啡因、儿茶素测定方法

(1) 试剂配制

0.10%乙酸水溶液: 取 1.0 mL 冰乙酸加入 1000 mL 容量瓶中, 加去离子水定容。

混合标准试剂配制: 准确称取 0.001 g 没食子儿茶素(gallocatechin, GC)、表没食子儿茶素(epigallocatechin, EGC)、儿茶素(catechin, C)、表儿茶素(epicatechin, EC)、表没食子儿茶素没食子酸酯(epigallocatechin gallate, EGCG)、没食子儿茶素没食子酸酯(gallocatechin gallate, GCG)、表儿茶素没食子酸酯(Epicatechin gallate, ECG)、儿茶素没食子酸酯(catechin gallate, CG)及咖啡碱(caffeine, CAF)于 10 mL 容量瓶中加水溶解定容至刻度。

(2) 配制标准溶液

配制浓度为 1.0、0.8、0.4、0.2、0.1、0.05 mg/mL 混合标准溶液备用。

(3) 高效液相色谱条件

安捷伦 ZORBAX Eclipse XDB-C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm×250 mm, 5 μm), 检测器: DAD 检测器, 检测波长: 280 nm; 柱温: 40 °C; 流动相 A: 0.1%乙酸水溶液, 流动相 B: 乙腈, 梯度洗脱程序如表 1; 流速: 1.5 mL/min; 进样量: 10 μL。

表 1 流动相梯度洗脱程序
Table 1 Elution gradient program for HPLC detection

时间/min	A 相/%	B 相/%
0	92.0	8.0
18	84.5	15.5
19	83.0	17.0
25	83.0	17.0
26	80.0	20.0
30	92.0	8.0

2.2.9 氨基酸测定方法

依据 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量的测定》^[13]中紫外光谱测定方法。

3 结果与分析

3.1 无色茶香提取物中香气成分比较分析

3.1.1 无色茶香提取物中香气组分及相对含量

茶叶的香气成分种类繁多, 包括醇、醛、酯、酸、萜类等近 10 类物质, 其中(茉莉)绿茶的香气成分达 150 多种, 主要物质有芳樟醇、香叶醇、苯甲醇、顺-3-己烯醇、苯乙醇等;

由上述 2.2.2 制备得 3 个样品经 GC-MS 鉴别测定香气组分结果如表 2 所示。发现 3 个样品中共鉴定出 44 种主要香气化合物, 其中样品 1 中鉴定出 20 种香气化合物, 样品 2 中有 26 种, 样品 3 含有 28 种, 且各香气提取物的香气组成及含量均有明显不同。

具体样品中就香气物质类别而言, 样品 1 检测出有醇类 6 种、醛类 3 种、酮类 3 种、烯类 1 种、酯类化合

物 2 种、其他化合物 5 种。醇类的相对含量为 68.83%、醛类 3.91%、酮类 11.96%、烯类 3.71%、酯类 4.48%、其他类 7.11%。样品 2 中含有醇类 6 类、醛类 4 种、酮类 3 种、烯类 3 种、酯类化合物 5 种、其他化合物 5 种。醇类的相对含量为 27.83%、醛类 0.54%、酮类 2.69%、烯类 0.42%、酯类 62.91%、其他类 5.61%。样品 3 中有醇类 5 种、醛类 3 种、酮类 5 种、烯类 4 种、酯类化合物 8 种、其他化合物 3 种。醇类的相对含量为 29.05%、醛类 0.18%、酮类 0.84%、烯类 0.44%、酯类 62.55%、其他类 6.94%。

表 2 不同工艺制备的无色茶香提取物香气组分分析
Table 2 Analysis of aroma components of colorless tea extracts produced by different processes

峰号	保留时间/min	名称	样品 1 峰面积	样品 2 峰面积	样品 3 峰面积	样 1 组分比/%	样 2 组分比/%	样 3 组分比/%
1	3.01	甲苯	1122943	2091646	490635	2.54±0.47	0.20±0.23	0.02±0.05
2	3.97	1-乙基吡咯	341410	/	/	0.77±0.23	/	/
3	5.19	顺-3-己烯-1-醇	4260414	20015477	15315059	9.65±2.07	1.91±0.21	0.58±0.25
4	5.38	乙苯	/	1582981	/	/	0.15±0.08	/
5	5.65	对二甲苯	/	8321333	/	/	0.79±0.32	/
6	9.44	苯甲醛	/	3610822	/	/	0.34±0.42	/
7	10.86	6-甲基-5-庚烯-2-酮	894054	25726448	9438508	2.02±0.37	2.45±0.63	0.36±0.21
8	11.04	β -蒎烯	/	430180	4459280	/	0.04±0.03	0.17±0.10
9	11.61	辛醛	300310	54134	/	0.68±0.27	0.01±0.09	/
10	11.88	顺-3-己烯乙酸酯	/	19098137	29259803	/	1.82±0.22	1.10±0.21
11	12.74	D-柠檬烯	1639815	4376574	3142910	3.71±0.76	0.42±0.32	0.12±0.14
12	12.93	2-乙基己醇	580907	/	/	1.32±0.35	/	/
13	13.09	苯甲醇	10863859	101874535	/	24.60±4.98	9.70±2.07	/
14	13.38	反- β -罗勒烯	/	11309	1505222	/	0.00±0.13	0.06±0.08
15	13.80	1-乙基-2-甲酰吡咯	511202	178212	/	1.16±0.13	0.02±0.10	/
16	13.88	β -罗勒烯	/	/	2617188	/	/	0.10±0.08
17	15.84	反-氧化芳樟醇	/	92730	11433263	/	0.01±	0.43±0.23
18	16.07	苯甲酸甲酯	972940	39629271	120125368	2.20±0.36	3.77±0.59	4.52±1.09
19	16.42	芳樟醇	6080890	162821691	733583753	13.77± 3.87	15.51±2.78	27.63±5.76
20	16.66	壬醛	835141	3608979	/	1.89±0.11	0.34±0.08	/
21	16.78	脱氧芳樟醇	/	/	7741008	/	/	0.29±0.12
22	17.02	苯乙醇	/	1256688	/	/	0.12±0.07	/
23	18.26	苯乙腈	453470	/	/	1.03±0.28	/	/
24	18.94	L-薄荷酮	3238258	2547280	/	7.33±0.63	0.24±0.12	/
25	19.45	异薄荷酮	1149242	345890	/	2.60±0.32	0.03±0.06	/
26	19.74	乙酸苄酯	/	490701500	813772643	/	46.74±5.89	30.65±6.78
27	19.89	薄荷醇	7971289	6243360	/	18.05±3.08	0.59±0.34	/
28	19.95	苯甲酸乙酯	/	/	2502422	/	/	0.09±0.03
29	20.90	水杨酸甲酯	1004585	22146614	224384810	2.27±0.18	2.11±0.20	8.45±0.53
30	21.23	藏红花醛	/	/	1415590	/	/	0.05±0.27

续表 2

峰号	保留时间/min	名称	样品 1 峰面积	样品 2 峰面积	样品 3 峰面积	样 1 组分比/%	样 2 组分比/%	样 3 组分比/%
31	21.61	癸醛	590708	2034646	1147457	1.34±0.12	0.19±0.06	0.04± 0.19
32	22.20	β -环柠檬醛	/	/	2193502	/	/	0.08±0.12
33	24.64	香叶醇	/	/	3057017	/	/	0.12±0.10
34	25.53	吡啶	711967	43293181	176321816	1.61±0.21	4.12±0.43	6.64±0.67
35	27.72	氨基甲酸酯	/	88842371	/	/	8.46±1.18	/
36	27.82	邻氨基苯甲酸甲酯	/	/	382755734	/	/	14.42±0.87
37	28.49	丁香酚	/	/	7743410	/	/	0.29±0.12
38	30.29	顺茉莉酮	/	/	1673901	/	/	0.06±0.09
39	30.59	2-甲氨基-苯甲酸甲酯	/	/	17952228	/	/	0.68±0.13
40	31.52	α -紫罗酮	/	/	854874	/	/	0.03±0.16
41	32.63	反-香叶基丙酮	/	/	1727335	/	/	0.07±0.17
42	33.93	β -紫罗酮	/	/	8507915	/	/	0.32±0.19
43	37.32	顺-3-己烯-苯甲酸酯	/	/	69788917	/	/	2.63±0.45
44	38.34	α -雪松醇	634271	/	/	1.44±0.37	/	/
45		总量	44157673	1050935989	2654911563	/	/	/

综合分析可看出,两种方式 3 个不同处理制备的样品香气组分及种类基本相同(均含有绿茶或茉莉香型的基本物质),但化合物的种类和含量差异明显。蒸馏方式制备样品中鉴定出的香气物质数目多达 28 种,膜过滤方式只有 26 种。其中样品 1 以醇类和酮类香气物质为主,两者总和占香气物质总量的比例达 80.79%。样品 2 和样品 3 中以酯类和醇类香气物质为主,这两类物质相对含量之和分别为 90.74%和 91.60%,主要的茉莉绿茶的呈香物质几乎都有体现。阚能才等^[14]研究发现茉莉花茶香气与花本身所含芳香成份一致。另有研究报道茉莉花和茉莉花茶的特征性香气成分主要为芳樟醇、苯甲醇等醇类和乙酸苯甲酯、苯甲酸甲酯等酯类^[15-18]。膜过滤样品 1 与原本茉莉花茶香气有巨大差异,样品 2 和样品 3 主要香气种类及成分与茉莉花茶茶叶相似,尤其是样品 3 茉莉特征香酯类成分比例高,推测分析他们之间的差异可能原因是样品 1 制备中采用的膜孔径小透过量低,过滤中则把大多数的分子量大于截留量的呈香呈味物质去除;样品 3 中茉莉香成分保留较多,而绿茶香中的一些低沸点挥发物质如清香成分则在加热过程中散失。

3.1.2 无色茶香提取物中主要香气组分分析

由表 2 可知,膜过滤样品 1 香气以醇类和酮类化合物为主,主要香气组分为苯甲醇(24.60%)、薄荷醇(18.05%)、芳樟醇(13.77%)、顺-3-己烯-1-醇(9.65%)、L-薄荷酮(7.33%)等,与茉莉花香气的主要香气组分差别较明显,已有的研

究认为茉莉花茶的主导香气成分有:苯甲酸顺-3-己烯酯、芳樟醇、乙酸苄酯、邻氨基苯甲酸甲酯、顺-3-乙基醇、水杨酸甲酯、苯甲醇等化合物^[17,19,20]。所以膜过滤样品 1 中茉莉花香特征成分体现少,因而与原料茶叶的香气差别较大,主要原因是膜处理 1 所用膜截留率高,不利于大多数的呈香物质的透过。

膜过滤样品 2 香气以醇类和酯类化合物为主,主要香气组分为乙酸苄酯(46.74%)、芳樟醇(15.51%)、苯甲醇(9.70%)、氨基甲酸酯(8.46%)、吡啶(4.12%)等。蒸馏样品的主要香气组分为乙酸苄酯(30.65%)、芳樟醇(27.63%)、邻氨基苯甲酸酯(14.42%)、水杨酸甲酯(8.45%)、吡啶(6.64%)、苯甲酸甲酯(4.52%)等。不同的学者对茉莉花茶中起主导作用的香气物质含量研究结论不一,但对主要香气成份贡献认识是一致的,即芳樟醇、乙酸苄酯等是茉莉花茶的主要香气物质^[16]。因此膜过滤处理 2 和减压蒸馏两种工艺可以保持原茶叶的茉莉花香感官特征与风味表现,但是香气物质的组成和相对含量有明显差异,这主要与两个样品的制作工艺有关,膜过滤 2 所用膜孔径适当,允许主要呈香物质的透过;而减压蒸馏主要是通过加热蒸馏、冷凝的形式溢出进入产品,但茶香提取物在受热中及加工过程的不同阶段会有损失^[21]。

3.2 主要风味化学成分分析

3.2.1 茶多酚、咖啡碱和氨基酸比较

茶的滋味是各种物质相互协调的综合反映,主要包

括茶多酚、咖啡碱、氨基酸 3 大基本与核心成分,这也是其具有营养和保健作用的物质基础。通过测定其在各样品中的含量可反馈茶饮料的品质特性。具体测定结果如表 3。从不同样品方面看,样品 2 中各成分含量最高,其中茶多酚含量为 18.11~26.93 mg/L,平均值为 22.46 mg/L,咖啡碱为 6.32~13.47 mg/L,平均含量为 9.65 mg/L,氨基酸含量 4.12~8.58 mg/L,平均值为 6.46 mg/L,其次是样品 1,样品 3 中各成分未检出。另从具体内含成分看,膜处理方式中茶多酚含量最高,其次是咖啡碱,含量最低的是氨基酸,可能主要是与各成分本身在茶中的含量有关,一般而言,茶叶中的茶多酚含量远高于咖啡碱,而咖啡碱又高于氨基酸^[22]。另外不同样品间的差异主要是样品 1 和 2 所用膜截留量不同,处理 1 所用膜是只允许分子量小于 100 的物质通过,而膜过滤 2 截留分子量大于 300,所以样品 2 中含有较高的茶多酚、咖啡碱及香气成分等小分子物质。样品 3 采用挥发冷凝制备,各成分为零,只检测到挥发出来的香气物质。

3.2.2 儿茶素组分的分析

儿茶素是茶叶中黄烷醇类物质的总称,也是茶多酚中最重要的一种,约占茶多酚量的 65%~80%,是茶中的主要活性物质,也是茶的风味(苦涩)的来源^[22,23]。在上述 3.2.1 结果的基础上,对含量最高的茶多酚中的儿茶素作了更进一步的分析,结果如表 4。首先蒸馏法样 3 中未检出儿茶素,其提取物主要是含茶的香气部分(与前述结果一致);样品 1 与样品 2 相比主要有以下不同:从儿茶素总量方面分析看,样品 2 和样品 1 中儿茶素含量分别为 10.67~24.26 mg/L 和 3.15~8.47 mg/L,随着过滤膜 2 透过分子量增加,样品中儿茶素总量明显增加,膜处理样品 2 是样品 1 中儿茶素含量平均值的 3.13 倍,其中简单儿茶素以 EGC、GC 及 EC 为主,复杂儿茶素以 EGCG 和 ECG 为主;另从表中还可以看出简单型儿茶素透过量明显高于酯型复

杂的儿茶素,样品 2 中简单儿茶含量是复杂儿茶素的 2.23 倍;这表明处理 1 和 2 工艺所用膜对不同性质儿茶素透过具有选择性,简单型儿茶素分子量小,分子中羟基数量少,分子间氢氧键作用力小更容易透过,而茶叶中虽然酯型儿茶素 EGCG 含量最高,但因其分子量大同时羟基多分子间作用力强,绝大部分被截留因而透过量低;故因膜的选择性透过导致样品 1 和 2 中简单儿茶素得到富集积累,降低具有更高的苦涩味强度且苦涩味持续时间更长的表型儿茶素或酯型儿茶素比例^[24],有利于美味醇厚风味物质的富集,这也有助于解释样品 2 感官评价中体现的滋味醇厚及香气饱满原因。

3.3 感官风味品质评价

从滋味、香气类型及强弱 3 个因子对 3 个样品进行感官风味品质的评价及判定,具体结果如表 5。首先将样品 1 和 2 制备工艺中按时间顺序收集的分别进行感官审评,不同时间段收集的样品风味及香型无明显差异,浓强度上有渐减趋势。整体来看滋味上样品 2 最优,滋味醇厚丰富,带有回甘,主要原因是膜孔径合适有利于茶香及成分的透过,特别是简单型儿茶素的过滤;样品 1 其次,样品 3 滋味最为平淡。香气强度方面样品 3 强度最强、香单一高锐,样品 1 香气最弱,这与 3.1 中香气物质检测结果较一致。香气感官品质整体方面,样品 3 茉莉花香气高扬、香型单一较浓郁,但欠纯正带有杂味(热反应味),这可能与加工工艺中长时间加热蒸馏有关,茶香物质易在加热条件下氧化或受热破坏,同时加热中其它香气物质挥发使得香气较纯正;样品 1 以幽雅清香为主,带花香但茉莉花香不明显。膜过滤样品 2 香气浓郁,具有茉莉清香,并显有花香或蜜香。综合上述分析,样品 2 风味更具优势,是具有明显特征香气、富郁并兼备一定茶的口感与功能成分。

表 3 不同工艺无色茶香水茶多酚、咖啡碱及氨基酸的含量
Table 3 Content of tea polyphenols ,caffeine and amino acid in different process production

样品		茶多酚/(mg/L)	咖啡因/(mg/L)	氨基酸/(mg/L)	茶多酚/(mg/L)	咖啡因/(mg/L)	氨基酸/(mg/L)
样品 1	前段	9.87±1.30	3.10±0.56	0.89±0.32	9.87~16.44	3.10~7.15	0.89~1.35
	中段	11.32±1.12	7.15±0.87	1.35±0.38			
	后段	16.44±0.97	4.78±1.02	0.98±0.13			
样品 2	前段	18.11±2.07	6.32±1.65	4.12±0.65	18.11~26.93	6.32~13.47	4.12~8.58
	中段	20.33±1.89	13.47±2.03	8.58±1.16			
	后段	26.93±2.76	7.47±1.86	5.06±1.06			
样品 3	前段	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	中段	ND	ND	ND			
	后段	ND	ND	ND			

备注: ND 表示未检出。

表 4 不同工艺制备的样品中儿茶素含量
Table 4 Catechins content in samples from different processing

样品	儿茶素单体/(mg/L)								简单儿茶酯型儿茶素儿茶素总量		
	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	素/(mg/L)	/(mg/L)	/(mg/L)
样品 1	前段	0.00±0.15	1.32±0.27	0.17±0.21	0.68±0.37	0.93±0.37	0.00±0.06	0.09±0.05	0.00±0.05		
	中段	0.11±0.10	3.88±0.68	0.31±0.33	1.67±0.56	1.34±0.55	0.16±0.11	0.08±0.09	0.00±0.03	2.14-5.97	1.01-2.50 3.15-8.47
	后段	0.00±0.03	2.66±0.63	0.14±0.09	1.11±0.42	2.23±0.80	0.10±0.07	0.11±0.12	0.00±0.00		
样品 2	前段	2.12±0.39	2.03±0.51	0.96±0.35	3.31±0.46	2.86±0.76	0.00±0.11	1.11±0.34	0.00±0.02		
	中段	4.48±0.38	5.25±0.76	1.56±0.46	5.43±0.35	2.17±0.45	0.00±0.03	2.09±0.45	0.00±0.01	7.39-16.72	3.28-7.54 10.67-24.26
	后段	3.14±0.44	2.87±0.63	1.11±0.34	2.34±0.67	3.83±0.51	0.21±0.18	3.56±0.63	0.00±0.03		
样品 3	前段	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
	中段	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND ND
	后段	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND		

表 5 不同工艺制备的无色茶香提取物感官评价
Table 5 Sensory evaluation of colorless tea extracts with different methods

样品	滋味	评分	香气类型(描述)	评分	香气强弱	评分	综合评分
样品 1	滋味纯、回甘纯净	9.2	清香带花香、幽雅	9.0	香低稍弱	8.5	8.91±0.52
样品 2	滋味醇厚、带回甘	9.5	茉莉清香花香、显蜜香	9.6	香高较浓	9.0	9.39±0.28
样品 3	纯正、平淡	8.6	茉莉花香高扬、浓郁、欠纯正(夹杂气味)	8.3	香气高锐	9.5	8.75±0.45

4 结 论

近水轻口味饮料作为水与传统饮料品类间的过渡产品,受到越来越多消费者欢迎。主要依靠新鲜的概念和多变的口味,富含茶香茶味的近水饮料是创新与流行的方向之一。本研究以茉莉绿茶为例,通过对膜处理、并以常见减压蒸馏作为对照对两种工艺 3 个制备样品中香气和多种风味指标的分析,研究发现 3 个样品各有自身明显特点,样品 1 滋味甘甜醇和,香气清幽,但是强度较弱,尤其是茉莉香特征受到影响。样品 2 总体较好,滋味较醇,特征香气明显并带有其它花香、香气丰富,整体优于其他两个。蒸馏方式虽然香气含量较高,香气高扬但是较单一,同时香气中夹杂有不愉悦的气味,对产品的品质或应用有影响。

另外,不同的工艺对茶香提取中的滋味组分也有较明显的影响,膜处理样品中含有茶的基本成分,其中样品 2 中含有较高的茶多酚、咖啡碱及氨基酸,同时膜处理对茶多酚尤其是儿茶素的透过有明显的选择性,有利于简单型儿茶素的富集;而样品 3 中只检出香气物质。无色近水茶香饮料的风味品质与香气的制备过程密切相关,只有选择合适的方式制备才能确保产品无色并富有香气滋味特

色。综合比较而言,膜过滤方式更适合无色透明茶提取物近水饮料的制备,尤其是处理 2 中合适恰当的膜孔径及膜截留量选择、处理过程条件温和才能使产品不仅保留茶的特征香,同时也富含茶滋味与健康成分。

参考文献

[1] 陈悦娇, 王冬梅, 邓炜强, 等. SDRP 和 SDE 法提取乌龙茶香气成分的比较研究[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2005, 44: 275-278.
Chen YJ, Wang DM, Deng WQ, et al. Comparison on the aroma constituents of oolong tea extracted by SDRP and SDE methods [J]. Acta Sci Nat Univ Sunyatseni, 2005, 44: 275-278.

[2] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 采用减压蒸馏萃取法研究速溶绿茶香气在加工过程中的变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2001, 27(3): 218-220.
Zhu Q, Shi ZP, Ren CM. Changes of Aroma of Instant Green Tea During the Process by Vacuum Distillation Extract [J]. J Hunan Agri Univ (Nat Sci Ed), 2001, 27(3): 218-220.

[3] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 采用顶空吸附法研究速溶绿茶香气在加工中的变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2001, 27(2): 97-99.
Zhu Q, Shi ZP, Ren CM. Changes of aroma of instant green tea during the process by headspace absorption [J]. J Hunan Agri Univ (Nat Sci Ed), 2001, 27(2): 97-99.

[4] 黄长修, 王宏涛, 蓝洪桥, 等. 超临界 CO₂ 萃取铁观音茶叶香气成分[J]. 化学工程, 2010, 38(12): 1-4.

- Huang CX, Wang HT, Lan HQ *et al.* Extraction of aroma components from Tie Guanyin tea by using supercritical CO₂ [J]. Chem Eng, 2010, 38(12): 1–4.
- [5] 朱旗, 施兆鹏, 任春梅. 用顶空吸附法与茶汤过柱吸附法分析绿茶香气[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2001, 27(6): 469–471.
- Zhu Q, Shi ZP, Ren CM. Analysis of aroma of instant green tea by headspace absorption and tea liquid absorption [J]. J Hunan Agri Univ (Nat Sci Ed), 2001, 27(6): 469–471.
- [6] 张正竹, 陈玓玓. 茶叶精油的同时蒸馏萃取(SDE)法提取效率分析[J]. 中国茶叶加工, 2003, (1): 31–33.
- Zhang ZZ, Chen DD. The analysis of efficiency of tea volatile oil by simultaneous distillation extraction apparatus [J]. Chin Tea Process, 2003, (1): 31–33.
- [7] 郭友嘉, 戴亮, 杨兰萍, 等. 福州小花茉莉全花期中的花源质量稳定性研究I. 精油化学成分分析[J]. 精油化学成分分析[J]. 色谱, 1993, 11(4): 191–196.
- Guo YJ, Dai L, Yang LP, *et al.* Study on the stability of the quality of flower resource during the blossom period for the *Jasminum sambac* (L.) aiton in Fuzhou region (I)—analysis of the chemical components of essential [J]. Chin J Chromatogr, 1993, 11(4): 191–196.
- [8] 王建黎, 计建炳, 徐又一. 膜分离技术在水处理领域的应用[J]. 膜科学与技术, 2003, (5): 67–70.
- Wang JL, Ji JB, Xu YY. Application of membrane separation technology in the field of water treatment [J]. Membrane Sci Tech, 2003, (5): 67–70.
- [9] 潘文强. 膜分离技术在食品饮料行业中的应用[J]. 清洗世界, 2019, 35(3): 60–61.
- Pan WQ. Application of membrane separation technology in food and beverage industry [J]. Clean World, 2019, 35(3): 60–61.
- [10] 伊勇涛, 谢金栋, 向晨, 等. 膜技术在茶香烟用香料分离、浓缩制备中的应用[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2016, 31(5): 15–19.
- Yi YT, Xie JD, Xiang C, *et al.* Application of membrane technology in the separated and concentrated preparation of tea cigarette flavor [J]. J Zhengzhou Univ Light Indus (Nat Sci Ed), 2016, 31(5): 15–19.
- [11] GB/T 23776–2018 茶叶感官审评方法[S].
- GB/T 23776–2018 Method for tea sensory evaluation [S].
- [12] GB/T 21733–2008 茶饮料附录 A: 茶饮料中茶多酚的检测方法[S].
- GB/T 21733–2008 Tea beverages, appendix A: Determination of tea polyphenols in tea beverage [S].
- [13] GB/T 8314–2013 茶 游离氨基酸总量的测定[S].
- GB/T 8314–2013 Tea—Determination of free amino acids content [S].
- [14] 阚能才, 胡人卫, 王云. 茶叶吸附茉莉花芳香成份规律的研究[J]. 西南农业学报, 1991, 4(1): 40–45.
- Kan NC, Hu RW, Wang Y. Study on the law of tea absorbing jasmine fragrance [J]. Sw Chin J Agric Sci, 1991, 4(1): 40–45.
- [15] 徐晓俞, 李爱萍, 郑开斌, 等. 茉莉花香气成分及其加工应用研究进展[J]. 中国农学通报, 2017, (34): 166–171.
- Xu XY, Li AP, Zheng KB, *et al.* Research progress of aroma components and processing and application of jasmine flowers [J]. Chin Agric Sci Bull, 2017, (34): 166–171.
- [16] 陆宁, 宛晓春, 潘冬. 茉莉花茶香气成分与品质之间关系的初步研究[J]. 食品科学, 2004, 25(6): 93–97.
- Lu N, Wan XC, Pan D. Extraction and analysis of jasmine tea aroma constituents of three different grades [J]. Food Sci, 2004, 25(6): 93–97.
- [17] 施梦南, 唐德松, 龚淑英, 等. SPME–GC–MS 联用技术分析茉莉花茶的挥发性成分[J]. 中国食品学报, 2013, 13(6): 234–239.
- Shi MN, Tang DS, Gong SY, *et al.* Analysis on volatile components of jasmine tea using SPMF–GC–MS method [J]. J Chin Inst Food Sci Technol, 2013, 13(6): 234–239.
- [18] 陈梅春, 张海峰, 朱育菁, 等. 茉莉花茶窈制过程香气形成机制的研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(4): 1546–1553.
- Chen MC, Zhang HF, Zhu YJ, *et al.* Formation of aroma compounds in jasmine tea during scenting process [J]. J Food Saf Qual, 2016, 7(4): 1546–1553.
- [19] 叶乃兴, 杨广, 郑乃辉, 等. 湿窈工艺及配花量对茉莉花茶香气成分的影响[J]. 茶叶科学, 2005, 26(1): 65–71.
- Ye NX, Yang G, Zheng NH, *et al.* Effects of wet-scenting process and RJF on the aroma constituent of jasmine scented tea [J]. J Tea Sci, 2005, 26(1): 65–71.
- [20] 陈梅春, 朱育菁, 刘波, 等. 窈制原料对茉莉花茶香气品质的影响[J]. 热带作物学报, 2017, (10): 184–192.
- Chen MC, Zhu YJ, Liu B, *et al.* Effect of raw scenting materials on the aroma quality of Chinese Jasmine tea [J]. Chin J Tropic Crop, 2017, (10): 184–192.
- [21] 吴函殷, 刘晓辉, 罗龙新. 绿茶浓缩液加工过程中香气成分变化研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2019, 10(13): 4227–4233.
- Wu, HY, Liu XH, Luo LX. Changes of aroma components in the processing of steamed green tea concentrate [J]. J Food Saf Qual, 2019, 10(13): 4227–4233.
- [22] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- Wan XC. Tea biochemistry [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003.
- [23] Lin JK, Lin C L, Liang YC, *et al.* Survey of catechins, gallic acid, and methylxanthines in green, oolong, pu-erh, and black teas [J]. J Agril Food Chem, 1998, 46(9): 3635–3642.
- [24] 程福建, 吴芹瑶, 高水练, 等. 茶叶苦涩味影响因素研究进展[J]. 中国茶叶, 2020, (2): 24–31.
- Cheng FJ, Wu QY, Gao SL, *et al.* Research progress on the factors influencing the bitter and astringent taste of tea [J]. Chin Tea, 2020, (2): 24–31.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



刘晓辉, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为茶饮料开发与风味品质化学。
E-mail: liuxh985@126.com