



柠檬绿茶复合袋泡茶的开发与品质研究

周彬彬, 毕小鹏, 方佳兴, 黄家红, 李琳, 于筱雨, 林洪斌*
(西华大学食品与生物工程学院, 四川 成都 610039)

摘要: 该研究开发了一种柠檬绿茶复合袋泡茶, 以黄酮、抗坏血酸、茶多酚结合感官评价确定了柠檬绿茶袋泡茶的粉碎粒径、复配比例等关键指标, 并对开发产品进行了品质评价。研究表明: 柠檬与绿茶复配后的功能性物质含量优于纯柠檬, 柠檬粉最佳目数为20~40目, 当柠檬与绿茶的配比为1:1时, 茶汤中抗坏血酸、类黄酮、茶多酚含量较高, 分别为14.369 mg/100 g、0.93 mg/100 g、0.66%, 此时的茶汤感官评价汤色明亮、滋味浓郁; 结合电子鼻和气相色谱-质谱联用仪(GC-MS), 分析复合柠檬绿茶袋泡茶茶汤的挥发性物质, 电子鼻对茶汤中挥发性物质的响应强烈, GC-MS获得柠檬绿茶香气成分共有40种, 且茶汤中的挥发性物质主要成分为烯烃、醇、醛、酮、酯类化合物。

关键词: 柠檬; 绿茶; 袋泡茶; 配比; 电子鼻; GC-MS

中图分类号: TS 272.5⁺9 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2021)02-0078-07

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2021.02.013

Development and Quality Study of Compound Lemon and Green Tea Bag

ZHOU Binbin, BI Xiaopeng, FANG Jiaying, HUANG Jiahong, LI Lin, YU Xiaoyu, LIN Hongbin*

(School of Food and Biological Engineering, Xihua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: In this study, a compound tea bag with lemon and green tea was developed, and the key indexes such as particle size and compound ratio of lemon and green tea were determined on flavonoid, ascorbic acid and tea polyphenols combined with sensory evaluation, and the quality of the developed product was evaluated. The research results show that: Functional substance content in lemon and green tea blends is better than that of pure lemon, the best mesh number of lemon powder is 20~40 mesh, when the ratio of lemon and green tea is 1:1, ascorbic acid and flavonoids, tea polyphenol content in tea liquor is higher, respectively was 14.369 mg/100 g, 0.93 mg/100 g, 0.66%, the sensory evaluation of tea liquor bright and full-bodied. Combined with the electronic nose and gas chromatography/mass spectrometry (GC-MS), the volatile substances of compound lemon green tea bag tea liquor was analyzed, electronic nose has a strong response to volatile substances in tea liquor. There are 40 kinds of aroma constituents of lemon green tea obtained by GC-MS, and the main constituents of volatile substances in tea liquor are olefins,

收稿日期: 2020-07-09

*通信作者

基金项目: 四川省科技计划项目(2016FZ0019); 教育部春晖计划项目(z2017063); 四川省科技创新苗子工程项目(2019083)。

作者简介: 周彬彬(1996—), 女, 硕士研究生, 研究方向为食品科学。





alcohols, aldehydes, ketones and esters.

Key words: lemon; green tea; tea bag; compound ratio; electronic nose; GC-MS

柠檬又称益母果、柠果,属柑橘属芸香科常绿果树,一般在一些年温差小和冬季相对温暖的地区进行栽培。柠檬枝叶花果富含的芳香油是生产食用日用香精的优质原料;果汁是饮料和酿酒制醋的原料;果胚富含果胶用于制作各种蜜饯;种子含有大量的脂肪和 V_E ,榨得的柠檬籽油可以直接食用;柠檬中富含 V_C 、 V_P ,可增强血管韧性,防止并愈合毛细血管的破裂;柠檬烯可协助排出体内结石,长期食用柠檬对众多疾病有辅助治疗和预防的效果,被人们誉为最佳保健水果^[1]。随着全国各地柠檬的种植面积不断扩大,柠檬产量亦逐年上升,但是由于加工技术、生产管理等因素导致了柠檬的综合利用率低,影响柠檬产业的进一步发展^[2]。因此,推进柠檬的深加工及加强柠檬的综合利用很有必要。

茶被我国中医称为万病之药,绿茶中富含茶多酚、咖啡碱、茶碱、 V_C 、氨茶碱等^[3]多种功能物质以及铁、钾、钠等微量元素,常饮用绿茶能起到防止癌症、减肥、抗辐射等作用^[4]。茶作为中华民族传统保健饮品之一已有四五千年的历史,开发茶叶的新用途,特别是利用低档茶叶或茶树老叶生产出高附加值的产品,对资源的综合利用和产业的进一步发展具有重要意义。

本研究开发了一种柠檬绿茶复合袋泡茶,以黄酮、抗坏血酸、茶多酚结合感官评价确定了柠檬绿茶袋泡茶的粉碎粒径、复配比例等关键指标,并对开发产品进行了品质评价。以期在柠檬相关产品开发提供一些参考依据。

1 材料与方法

1.1 试剂

硫酸亚铁、酒石酸钾钠、十二水合磷酸氢二钠、磷酸二氢钠、三氯化铝、草酸、色谱级甲醇、 V_C 标准品:成都市科龙化工试剂厂。

1.2 仪器和设备

1260液相色谱仪:Agilent Technologies公司;DHG-9075A型电热恒温鼓风干燥箱:上海爱朗仪器有限公司;EYELA真空干燥器:上海益恒实验仪器有限公司;致润万能高速粉碎机:深圳尼嘉商贸有限公司;UV 2800型紫外可见分光光度

计:上海奥析科学仪器有限公司;KH 3200E超声波清洗器:昆山禾创超声仪器有限公司;TB-214型电子天平:北京赛多利斯仪器系统有限公司;ULTS 1368医用低温冰箱:赛默飞世尔(苏州)仪器有限公司;AIRSENSE-电子鼻PEN3:德国Airsense公司;SPME手动进样手柄、75 μ m CAR/PDMS萃取头:美国Supelco公司;岛津GCMS-QP2020 NX气相色谱-质谱联用仪:深圳市岛津精密仪器有限公司。

表1 PEN3电子鼻传感器所对应的香气类型

序号	传感器名称	性能描述
1	W1C	苯类芳香成分
2	W5S	氮氧化合物
3	W3C	氨类芳香成分
4	W6S	氢气
5	W5C	烷烃类芳香成分
6	W1S	甲烷
7	W1W	硫化物
8	W2S	醇类
9	W2W	芳香成分、有机硫化物
10	W3S	烷烃

1.3 实验方法

1.3.1 样品处理 挑选色泽均匀、大小一致的无病害尤力克柠檬和色泽均一、香气浓郁的蒙顶山绿茶。柠檬鲜果用清水冲洗、晾干后,切成3 mm厚的柠檬片,装盘放入-77 $^{\circ}$ C的冷冻室,冷冻24 h,然后取出柠檬片放入真空干燥器内干燥23 h,待样品处于干燥状态时迅速用高速粉碎机将其粉碎,通过12~20、20~40、40~60、60~80、80~100目的筛网进行筛选,最后按目数分别包装放入干燥箱中备用。

王强^[5]发现茶叶粉碎度在40~60目时,茶汤中茶多酚的含量最高。当颗粒太小会因其吸附作用使得茶多酚溶出率降低;当颗粒太大时会因其与水接触不充分出现茶多酚含量下降的现象。所以本次实验只选取粉碎度在40~60目的茶粉,包装后放入干燥箱中备用。

1.3.2 抗坏血酸含量测定 参照文献[6-8]的方法。

色谱条件： C_{18} 色谱柱；二极管阵列检测器；流动相：体积比为95:5草酸(质量分数0.1%)甲醇混合液；流速为1.0 mL/min；柱温30 ℃；进样量20 μ L；检测波长254 nm。

样品溶液的配制：冷钵体中加入1倍体积的草酸溶液研磨柠檬果肉，然后过滤，分别取上清液2 mL置于5 mL、10 mL容量瓶中，并用流动相溶液定容。将每种质量浓度的待测样品，用0.45 μ L的一次性过滤器进行过滤，HPLC取样量设置为20 μ L，检测时间为10 min。

抗坏血酸的含量按下式计算：

$$Vc(\text{mg}/100\text{ g})=(V_1-V_2)\cdot T\times 100/W$$

式中：V为滴定消耗的2,6-二氯酚酞染料溶液体积，mL；

T为1 mL染料溶液相当于抗坏血酸标准溶液质量，mg；

W为滴定时所取滤液中含样品质量，g。

1.3.3 类黄酮含量的测定 参照文献[9-11]的方法。

样品溶液的配制：称取样品1.0 g或3.0 g，加水10 mL或30 mL，于沸水浴中提取30 min，过滤，加蒸馏水定容至100 mL，摇匀。吸取试液0.5 mL，加入质量分数为1%的三氯化铝溶液，定容至10 mL，摇匀，静置10 min后比色，用10 mm比色皿在波长420 nm处测定吸光度A。

1.3.4 茶多酚含量测定 参照文献[6,12-13]的方法。

样品溶液配制：用移液管分别移取没食子酸工作液、水及测试液各1.0 mL于刻度试管中，再向试管内分别加入5.0 mL的福林酚试剂，摇匀，静置，反应3~8 min，加入4.0 mL质量分数为7.5%的 Na_2CO_3 溶液，加水定容至刻度，摇匀，室温下静置60 min。用10 mm比色皿，在765 nm波长条件下用分光光度计测定吸光度。

没食子酸标准曲线定量，茶多酚含量按下式计算：

$$\text{茶多酚}(\%)=A\cdot V\cdot d\times 100/(\text{SLOPE}_{\text{Std}}\cdot m\times 10^6\times \omega)$$

式中：A为样品测试液吸光度；

V为样品溶液体积，100 mL

d为稀释因子(通常为2 mL稀释成10 mL，则其稀释因子为5)；

$\text{SLOPE}_{\text{Std}}$ 为没食子酸标准曲线的斜率；

M为样品质量，g；

ω 为样品干物质含量，%。

没食子酸标准曲线如图1所示。

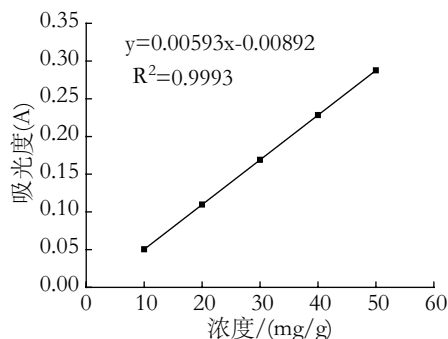


图1 没食子酸标准曲线

1.3.5 感官评定^[14-15] 感官评定参考国标GB/T 23776—2018《茶叶 感官审评方法》，并结合柠檬及绿茶的特点，对品质判断的标准做部分修改，针对汤色、香气、滋味的分数以0~45分为标准，分为优(30~45)、良(15~30)、差(0~15)3个评判等级，组织10人组成评定小组，进行感官评定。

1.3.6 电子鼻分析^[16] 准确称取1 g样品，放入40 mL顶空瓶中，加入沸水10 mL，加盖密封。顶空吸附60 min，依次通过电子鼻检测系统检测，每个样品重复3次。样品的检测参数为：采样间隔时间为1.0 s，清洗时间为90.0 s，零点调节时间为3.0 s，连接样品时间为5.0 s，测量时间为180.0 s，进样流量为400 mL/min。

1.3.7 GC-MS分析^[17-18] 静态顶空-固相微萃取法：准确称取0.3 g袋泡茶(精确到0.001 g)，放入50 mL玻璃顶空瓶，然后加入沸水30 mL，立即放入50 ℃水浴平衡20 min，然后采用75 μ m CAR/PDMS萃取头吸附40 min后于GC-MS进样口高温解析5 min。

气相色谱分析条件：进样口温度250 ℃，进样量0.1 μ L，载气为He，检测器温度280 ℃。升温程序：50 ℃保留5 min，接着以5 ℃/min的升温速率升至220 ℃，并保留10 min。

质谱分析条件：载气为He，EI能量70 eV，扫描范围35~500 U，传输线温度250 ℃，离子源温度200 ℃。

1.4 数据处理

用Excel 2016统计分析数据，Origin 8.0制图。

2 结果与分析

2.1 柠檬粉碎目数确定

分别从12~20、20~40、40~60、60~80



目柠檬中各取出1.0 g, 加入10 mL沸水并浸泡10 min, 以抗坏血酸、类黄酮在茶汤中含量及表现形态作为评判的标准, 经综合考虑后确定柠檬粉碎最佳目数。

2.1.1 营养功能物质的测定

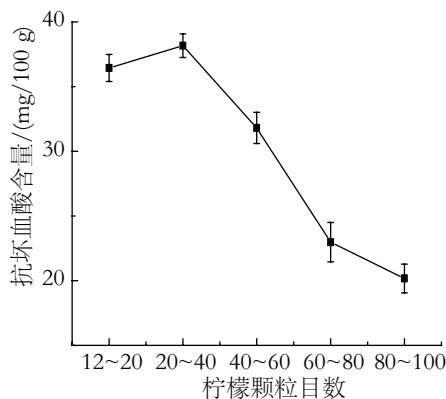


图2 不同目数下抗坏血酸含量

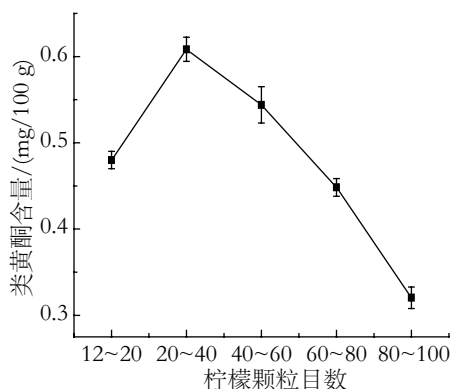
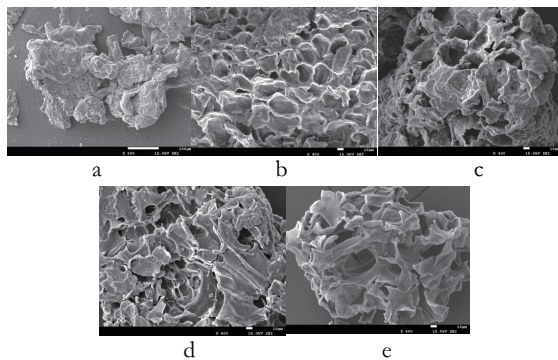


图3 不同目数下类黄酮含量

从图2、图3中可看出, 其抗坏血酸含量和类黄酮含量都是随目数增大呈现先升高后降低的趋势, 目数越大, 差异就越明显($P<0.05$), 且在20~40目的样品中抗坏血酸含量和类黄酮含量最高, 分别为38.16、0.61 mg/100 g。出现这种现象可能是在柠檬颗粒较大时, 浸泡时间较长, 功能物质溶出较慢, 而颗粒较小时, 粉体表面积变大, 粉体吸附能力增强而导致聚团; 且在粉碎过程中产生的局部高温会导致柠檬颗粒中类黄酮、抗坏血酸等有效成分发生氧化还原反应, 造成生物活性成分部分损失^[5]。

2.1.2 表现形态 通过电镜扫描得到不同颗粒目数的柠檬颗粒表现形态。通过图4可观察到柠檬颗粒越细, 则表面孔径越大。12~20目的样品因柠檬果肉含糖分出现发黏, 导致观察不到样品表面孔径, 因而没必要再放大倍数观察, 其余样品均在



注: a. 12~20目, b. 20~40目, c. 40~60目, d. 60~80目, e. 80~100目。

图4 不同目数下颗粒的表现形态

400倍下观察。20~40目样品表面的气孔分布很均匀, 大小基本一致。40~60、60~80、80~100目的样品随着颗粒粒径的减小表面孔径越来越大, 大小极不均匀, 这也可能是导致功能性物质溶出率降低的原因之一。

综合抗坏血酸和类黄酮的溶出量, 以及颗粒表现形态, 最终选择20~40目的样品作为最佳粒径。

2.2 柠檬粉与茶粉复配的比例确定

将柠檬袋泡茶的总质量定为3.0 g, 然后将最佳粉碎度的柠檬与绿茶按照3:1、2:1、3:2、1:1、1:1.5、1:2、1:3的复配方案进行混合, 加入沸水30 mL并浸泡10 min, 检测茶汤中抗坏血酸、类黄酮、茶多酚的含量。茶汤中功能性成分含量是决定柠檬袋泡茶品质好坏的关键因素。故柠檬袋泡茶重要品质的排序为: 抗坏血酸、类黄酮>茶多酚>香气>感官评定。

2.2.1 主要功能物质测定 从图5可看出, 柠檬颗粒和绿茶粉末以2:1的比例复配的样品中抗坏血酸含量最高, 达到17.98 mg/100 g, 而在同等条件下3.0 g柠檬颗粒抗坏血酸含量为11.38 mg/100 g, 且

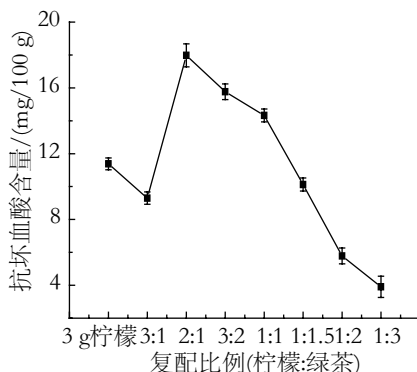


图5 不同复配比例下抗坏血酸含量

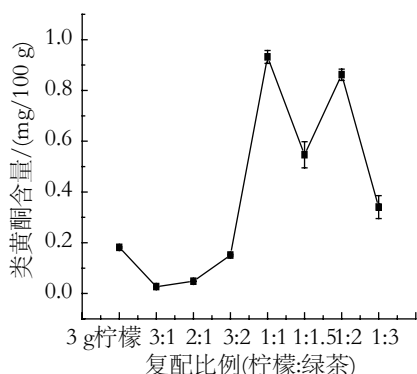


图6 不同复配比例下类黄酮含量

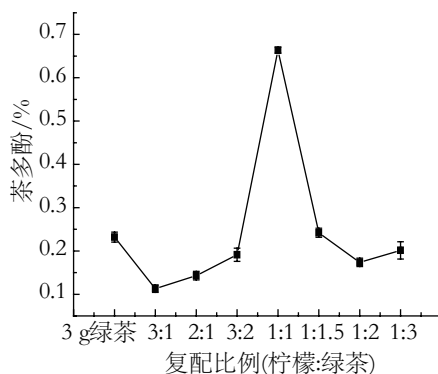


图7 不同复配比例下茶多酚含量

差异显著($P<0.05$)。从图6可看出,复配比例为1:1时样品中类黄酮含量最高,较其他样品差异显著($P<0.05$),达到0.93 mg/100 g,而在相同条件下3.0 g柠檬颗粒类黄酮含量为0.18 mg/100 g。通过前后数据比较分析可以看出,柠檬颗粒和绿茶粉末的加入有利于柠檬中功能性物质的溶出,并且类黄酮溶出量提升接近15倍。

2.2.2 茶多酚的测定 从图7可看出,随着柠檬颗粒和绿茶粉末复配比例的变化,茶多酚的含量呈

现出先逐步增加后急速下降的趋势,当复配比例为3:1和2:1,茶多酚含量显著($P<0.05$)低于3 g绿茶茶多酚含量,说明柠檬颗粒过多不利于茶多酚溶出且可能会抑制茶多酚溶出;当复配比例为1:1时样品中茶多酚含量最高,达到0.66%,显著($P<0.05$)高于其余复配比例样品。同时,3 g绿茶茶多酚溶出量0.23%,可见柠檬颗粒与绿茶复配有

利于茶多酚的溶出。

2.2.3 感官评定

表2 柠檬颗粒与绿茶粉末复配比例的感官评价

柠檬: 绿茶	香气	汤色	滋味	综合评定
3:1	清香	颜色淡黄,较明亮	过酸,导致完全掩盖了绿茶味	差
2:1	清香	颜色偏淡黄,较明亮	酸味为主,茶味偏淡	良
3:2	清香	颜色偏淡黄,较明亮	酸味为主,茶味偏淡	良
1:1	柠檬清香与茶香味相辅相成	明亮黄绿色	味道浓郁,但柠檬的酸味略大	优
1:1.5	柠檬清香稍重,茶香略浓	较明亮黄绿色	味道浓郁,柠檬味较为合适	优
1:2	柠檬清香较弱,茶香偏重	欠明亮的黄绿色	味道浓郁,柠檬味偏弱	良
1:3	以茶香为主,有微弱的柠檬清香	有浑浊,颜色呈较深的黄绿色	绿茶味大于柠檬味,在口中有一种苦涩的味道	差
3:0	柠檬清香	颜色微黄,澄清透明	过酸	差
0:3	绿茶清香	有浑浊,颜色呈较深的黄绿色	涩味略大	差

由表2可以看出,10人感官评定小组对柠檬绿茶的汤色、香气、滋味分数逐一进行评价打分,最终复配比例1:1和1:1.5的评价等级最高都为优,此2种复配比例感官呈现柠檬清香与茶香味相辅相成,汤色明亮,滋味浓郁,柠檬酸味较为合适。

2.2.4 电子鼻对柠檬绿茶挥发性气味的响应 柠檬颗粒与绿茶粉末1:1样品传感器响应图如图8所示,图中横坐标代表样品的采集时间(s),纵坐标代表传感器的相对电阻率(G/GO或GO/G)。检测开始时,由于传感器没有完全识别挥发性风味物质

相对电阻率比较低,而随着挥发性风味物质在传感器的表面不断富集,传感器的相对电阻率就不断地增大,慢慢趋于平缓,最后达到相对稳定的状态^[19]。为了确保检测物质在传感器上达到平衡状态,本研究选择180 s的数据进行分析。

图9为电子鼻传感器对柠檬绿茶香气的响应雷达图。由图9可看出,所有传感器对复配茶汤都有响应,且响应有差异。响应值较为明显的3个传感器从大到小分别是W5S、W1S和W1W。传感器7相对电导率最大,对柠檬绿茶香气有很好的响

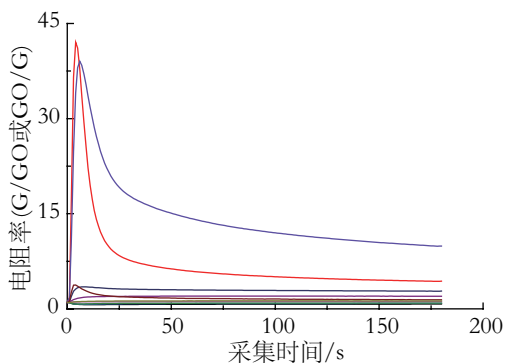


图8 电子鼻传感器对柠檬绿茶的响应曲线

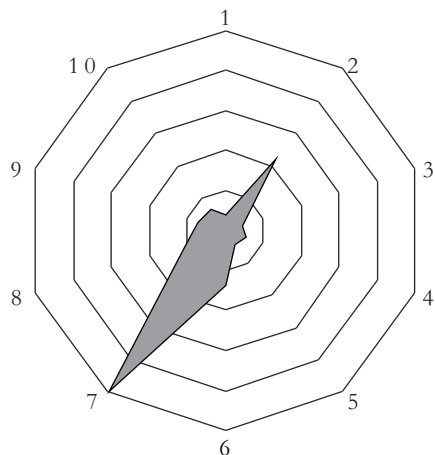


图9 复配柠檬绿茶的香气感应雷达图

应；传感器2相对电导率较大，对柠檬绿茶香气有较好地响应；传感器6相对电阻率稍大，对柠檬绿茶香气有好的响应。而其他传感器相对电导率较小，说明不能很好地响应柠檬绿茶香气。为明确柠檬绿茶的香气成分，采用GC-MS对复配茶的挥发性物质进行进一步分析和鉴定。

2.2.5 GC-MS鉴定柠檬绿茶挥发性成分的分析 通过对复合柠檬绿茶1:1茶汤进行GC-MS分析，获得柠檬绿茶香气成分共有39种。由表3可知，柠檬绿茶袋泡茶的挥发性成分种类较多，其中主要成分为烯烃、醇、醛、酮、酯类化合物。

挥发性成分中萜烯类化合物最多，共17种，占风味物质的67.76%。其中(+)-柠檬烯占比最高，为41.67%，呈愉快的新鲜橙子香气； β -蒎烯占比9.07%， α -蒎烯占据风味物质的5.04%，两者都具有松萜特有的气味；莰烯具有类似樟脑香气，松油烯具有柑橘和柠檬似香气，月桂烯具有甜橘味和香脂气，萜品油烯的香气兼具松木香和水果香，似柑橘类水果风味。

柠檬绿茶袋泡茶中醇类物质共7种，占风味物质的13.83%。其中1-戊烯-3-醇占风味物质的

表3 柠檬绿茶复合袋泡茶香气成分分析表

序号	保留时间/min	化学结构名称	相对含量/%
1	3.645	二甲基硫(dimethyl sulfide)	3.33
2	4.857	异戊醛(isovaleraldehyde)	2.14
3	5.38	1-戊烯-3-醇(1-penten-3-ol)	10.84
4	7.358	3,5,5-三甲基-1-己烯(3,5,5-trimethyl-1-hexene)	3.77
5	8.235	正己醛(hexanal)	1.09
6	10.293	叶醇(trans-3-hexen-1-ol)	0.4
7	11.916	反式-2-癸烯醛(3-heptylacrolein)	0.33
8	12.679	水芹烯(alpha-phellandrene)	0.55
9	13.002	α -蒎烯(alpha-pinene)	5.04
10	13.633	莰烯(camphene)	1.49
11	14.215	苯甲醛(benzaldehyde)	0.31
12	14.611	β -蒎烯(beta-pinene)	9.07
13	14.919	月桂烯(myrcene)	1.34
14	15.585	长叶烯((+)-longifolene)	0.67
15	15.963	松油烯(alpha-terpinene)	0.80
16	16.413	(+)-柠檬烯((+)-dipentene)	41.67
17	17.355	γ -萜品烯,松油烯(γ -terpinene)	1.35
18	17.812	顺- α , α -5-三甲基-5-乙基四氢呋喃-2-甲醇(cis-alpha,alpha,5-trimethyl-5-vinyltetrahydrofuran-2-methanol)	0.25
19	18.316	萜品油烯(terpinolene)	0.58
20	18.485	2-甲基-1-苯基丙烯(2-methyl-1-phenylpropene)	0.5
21	18.709	芳樟醇(linalool)	0.39
22	18.842	十二醛(dodecylaldehyde)	0.3
23	19.17	2,6-二甲基环己醇(2,6-dimethylcyclohexanol)	0.36
24	20.415	樟脑(camphor)	0.11
25	21.197	冰片(borneol)	0.28
26	21.383	4-萜烯醇(terpinen-4-ol)	0.54
27	21.814	α -松油醇(alpha-terpineol)	1.05
28	22.554/23.827	柠檬醛(citral)	0.64
29	23.415	己酸酐(hexanoic anhydride)	0.09
30	23.597	β -环高柠檬醛(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexene-1-acetaldehyde)	0.06
31	26.232	橙花醇乙酸酯(neryl acetate)	0.18
32	26.751	乙酸香叶酯(geranyl acetate)	0.11
33	28.153	石竹烯(caryophyllene)	0.3
34	28.79	β -紫罗兰酮(irisone)	0.12
35	29.532	佛术烯(eremophilene)	0.24
36	29.795	巴伦西亚橘烯(valencene)	0.03
37	29.975	δ -杜松烯((+)-delta-cadinene)	0.3
38	30.515	(-)-异喇叭烯((-)-isolekene)	0.06
39	30.669	二氢猕猴桃内酯((2,6,6-trimethyl-2-hydroxy-2-cyclohexylidene)acetic acid lactone)	0.05



10.84%，天然存在于橙子、番茄、草莓中，具有水果香味。 α -松油醇占风味物质的1.05%； α -松油醇广泛应用于各种香料，与一定比例的乙醇或油质香料混合后，所得香气兼具紫丁香、铃兰和海桐花香气，香味清新幽。芳樟醇占0.39%，具有甜嫩新鲜的花香，似铃兰香气。

柠檬绿茶袋泡茶中醛类物质共7种，占风味物质的4.87%。柠檬醛占0.64%，呈浓郁柠檬香味。异戊醛含量较高，占比为2.14%，天然状态下的异戊醛大都存在于柑橘类水果的精油中，高度稀释时呈苹果香气，浓度低于一定程度时呈桃子香味。正己醛占风味物质的1.09%，具有生的油脂味、青草气及苹果香味。苯甲醛的含量为0.31%，具有特殊的杏仁香味。十二醛占比较少，含量为0.30%，十二醛有松叶油和香橙油的香味，也兼有脂肪香味。

酯类物质在柠檬绿茶袋泡茶中只有3种，占风味物质的0.34%。其中橙花醇乙酸酯含量为0.18%，呈橙花和玫瑰香气及蜂蜜和覆盆子甜香味。二氢猕猴桃内酯占风味物质的0.05%，天然存在于茶叶和烟草等植物，带有香豆素样气息和麝香样气息。乙酸香叶酯含量为0.11%，呈玫瑰油与薰衣草油混合后似香气，稀释后呈苹果香味。

另外，二甲基硫占风味物质的3.33%，它是绿茶香气贡献的主要来源^[20]，有着如海鲜般特殊气味。二甲基硫与 β -紫罗兰酮和其他物质一起共同构成柠檬绿茶的香味。

3 结论

实验探究了柠檬绿茶复配制成袋泡茶的柠檬颗粒目数和与绿茶的最佳复配比例，同时研究了其品质特性。结果表明：柠檬的最佳颗粒目数为20~40目，柠檬和绿茶的最佳复配比例为1:1，此时抗坏血酸、类黄酮、茶多酚的含量分别为14.369 mg/100 g、0.93 mg/100 g、0.66%，且柠檬和绿茶互配有利于促进柠檬和绿茶中功能性物质的溶出。复配茶茶汤的感官评价得出汤色透明、柠檬清香与茶香味相辅相成，滋味好。再采用电子鼻和GC-MS对复配茶进行香气成分鉴定，电子鼻对复配茶茶汤有很好的响应；GC-MS鉴定出茶汤中香气成分共有40种，含量较高的挥发性成分主要有二甲基硫(3.33%)、(+)-柠檬烯(41.67%)、 β -蒎烯(9.07%)、 α -蒎烯(5.04%)、

异戊醛(2.14%)、蒎烯(1.49%)、GAMMA-萜品烯(1.35%)、月桂烯(1.34%)、正己醛(1.09%)、 α -松油醇(1.05%)、1-戊烯-3-醇(10.84%)、松油烯(0.80%)，占总挥发性总量的79.21%。

本研究为柠檬绿茶袋泡茶的工业化生产提供了理论依据。其工业化生产有利于推进次级柠檬的深加工及加强茶叶加工产品中次品的综合利用，减少原料浪费，提高茶树经济作物的经济价值，促进农民增收。

参考文献：

- [1] 程劲.柠檬加工利用研究[J].食品与发酵科技,2005,41(1):11-15.
- [2] 彭长江.我国柠檬产业现状[J].中国果业信息,2005,(6):4-5.
- [3] 常菊.茶叶主要成分的工厂化快速检测研究[D].雅安:四川农业大学,2009.
- [4] 任廷远,安玉红,王华.绿茶功能性成分提取及保健作用的研究现状[J].食品与发酵科技,2009,45(5):15-18.
- [5] 王强.老香黄袋泡茶和老药桔袋泡茶制备工艺的研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2013.
- [6] 马丽,白淑荣,韩占友,等.果蔬中总多酚和维生素C测定方法优化的研究[J].食品安全质量检测学报,2015,6(4):1492-1497.
- [7] 赵昕梅,远凌威,陈世锋,等.高效液相色谱法测定果蔬中维生素C含量[J].信阳师范学院学报(自然科学版),2013,26(1):49-53.
- [8] SPÍNOLA V, LLORENT-Martínez E J, CASTILHO P C. Determination of vitamin C in foods: current state of method validation[J]. Journal of Chromatography A,2014,1369:2-17.
- [9] 焦必宁.柑桔类水果及制品中总黄酮含量的测定:NY/T 2010—2011[S].北京:中国农业出版社,2011.
- [10] 马陶陶,张群林,李俊,等.三氯化铝比色法测定中药总黄酮方法的探讨[J].时珍国医国药,2008,(1):54-56.
- [11] DE R E, OUT P, NIESSEN W M, et al. Analytical separation and detection methods for flavonoids[J]. Journal of Chromatography A,2006,1112(1-2):31-63.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法:GB/T 8313—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [13] 华飞.速溶绿茶最佳生产工艺条件及有效成分变化规律研究[D].重庆:西南大学,2010.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.茶叶感官评审方法:GB/T 23776—2009[S].北京:中国标准出版社,2009.
- [15] 侯小桢,章斌,陈添象,等.柠檬汁对茶汤及速溶绿茶粉品质的影响[J].安徽农业科学,2017,45(6):79-81.
- [16] 俞慧红,崔晓红,刘平.电子鼻在酱油气味识别中的应用[J].



7种果蔬酵素理化成分及抗氧化活性研究

魏雪琴^{1,2}, 武燕蓉¹, 丁 瑞¹, 张唤第¹, 庞 杰^{2*}

(1.武夷学院茶与食品学院, 福建 武夷山 354300;

2.福建农林大学食品科学学院博士后流动站, 福建 福州 350002)

摘要: 以滇橄榄、菠萝蜜、柠檬、青梅、火龙果、诺丽果、食用仙人掌等7种果蔬单独经自然发酵制得的酵素为研究对象, 对其理化成分、酶活力和体外抗氧化活性进行了分析和比较。结果表明, 不同果蔬原料制备的酵素主要活性成分和抗氧化能力存在显著差异($P < 0.05$)。7种果蔬酵素pH值为2.94~3.41, 诺丽果酵素总酸含量(34.38 g/kg)最高, 柠檬酵素的粗多糖含量(为5.33 g/kg)最高, 滇橄榄酵素的总蛋白、总酚、总黄酮含量及 α -淀粉酶活力、总抗氧化能力最高, 分别为: 42.78 mg/mL、5.92 mg/mL、0.52 mg/mL、326.27 U/mL、155.34 U/mL, 与其他6种果蔬酵素差异显著($P < 0.05$)。总体而言, 滇橄榄酵素感官品质和理化品质优于由柠檬、青梅、火龙果、诺丽果、食用仙人掌等制备的果蔬酵素。

关键词: 滇橄榄; 酵素; 理化特性; 抗氧化能力; 相关性

中图分类号: TS 275.4 文献标志码: A 文章编号: 1005-9989(2021)02-0085-06

DOI:10.13684/j.cnki.spkj.2021.02.014

Physicochemical Components and Antioxidant Activity of Seven Fruit and Vegetable Fermentation Liquor

WEI Xueqin^{1,2}, WU Yanrong¹, DING Rui¹, ZHANG Huandi¹, PANG Jie^{2*}

(1.College of Tea and Food Science, Wuyi University, Wuyishan 354300, China;

2.Postdoctoral Mobile Station of College of Food Science, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

收稿日期: 2020-10-09

*通信作者

基金项目: 福建省自然科学基金项目(2019J05118); 武夷学院引进人才科研启动项目(YJ201903)。

作者简介: 魏雪琴(1987—), 女, 福建建阳人, 博士, 讲师, 研究方向为功能食品及功能食品材料。

- 中国调味品,2016,41(2):121-125.
- [17] 周如隽,陈合兴,朱建才,等.绿茶香气成分研究[J].食品工业科技,2015,36(12):270-274.
- [18] 丰珂珂,刘琼琼,杨晓萍.枇杷花袋泡茶香气特征及挥发性成分分析[J].湖北农业科学,2014,53(15):3582-3587.
- [19] JONSDOTTIR R, OLAFSDOTTIR G. Flavor characterization of ripened Cod Roe by gas chromatography, sensory analysis, and electronic nose[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry,2014,52:6250-6256.
- [20] 朱荫,杨停,施江,等.西湖龙井茶香气成分的全二维气相色谱-飞行时间质谱分析[J].中国农业科学,2015,48(20):4120-4146.