

不同品种名优绿茶理化品质 及挥发性成分分析

王海利¹, 杨秀芳², 孔俊豪², 成玉梁^{1,3}, 谢云飞^{1,3}, 姚卫蓉^{1,3}, 郭亚辉^{1,3}, 钱和^{1,3,*}

(1. 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;

2. 中华全国供销合作总社杭州茶叶研究所, 浙江杭州 310016;

3. 江南大学食品安全国际联合实验室, 江苏无锡 214122)

摘要:为探究不同品种名优绿茶各理化成分、挥发性香气成分差异,通过各组分与绿茶品种进行相关性分析,最终确定可以在一定程度上反应不同绿茶品种的代表性成分,本文以安吉白茶、碧螺春、龙井三种不同品种绿茶为研究对象,采用福林酚比色法、茚三酮比色法和 GC-MS 联用测定其茶多酚、游离氨基酸以及挥发性香气成分,并通过相对含量对三种名优绿茶进行识别。结果表明,不同品种的绿茶理化成分具有一定差异,其中茶多酚、酚氨比、抗坏血酸、表没食子儿茶素没食子酸酯(Epigallocatechin gallate, EGCG)、酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值均有显著差异性($P < 0.05$),且对三种绿茶感官品质均有显著相关性,其中酚氨比($r = -0.942$)、抗坏血酸的相关性最为显著($r = 0.955$)。茶叶中的香气物质成分繁多复杂,且不同成分对茶叶的香气有不同的香气贡献。实验提取了 20 种共同挥发性成分,其中醇类化合物、酮类和醛类化合物大部分具有花香和清香等香型特征,在绿茶成分中含量较高。因此,确定茶多酚、酚氨比、抗坏血酸、酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值和 20 种共同挥发性成分种物质作为与绿茶品质密切相关的“标识因子”。

关键词:名优绿茶,理化成分,挥发性香气成分,相关性,标识因子

Analysis of Physical and Chemical Indicators and Aroma Components of Different Green Tea

WANG Hai-li¹, YANG Xiu-fang², KONG Jun-hao², CHENG Yu-liang^{1,3},
XIE Yun-fei^{1,3}, YAO Wei-rong^{1,3}, GUO Ya-hui^{1,3}, QIAN He^{1,3,*}

(1. State Key Laboratory of Food Science and Technology, School of Food Science
and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China;

2. Hangzhou Tea Research Institute, CHINA COOP, Hangzhou 310016, China;

3. International Joint Laboratory on Food Safety, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

Abstract: In order to explore the differences in physical and chemical components and volatile aroma components of different varieties of green tea, through the correlation analysis between each component and green tea varieties, it was finally determined that the representative components of different green tea varieties could be reflected to some extent. Anji White Tea, Biluochun and Longjing three different varieties of green tea were used as research objects. The polyphenols, free amino acids and volatile aroma components were determined by using Folin phenol colorimetry, ninhydrin colorimetry and GC-MS. The results showed that there were some differences in the physical and chemical components of different varieties of green tea, which was consistent with the sensory evaluation results, including tea polyphenols, phenol to ammonia ratio, ascorbic acid, epigallocatechin gallate (EGCG), the ratio of tea and non-ester catechins and the water extracts were of significantly differences between three green tea ($P < 0.05$), and significantly correlated with the sensory quality of the three green teas. The correlation between phenol and ammonia ratio ($r = -0.942$) and ascorbic acid was the most significant ($r = 0.955$). In addition, the aroma components in tea were complex and complex, and different components had different aroma contributions to the aroma of tea. In this paper, 20 common volatile components are extracted, and the three green teas can be identified by relative content. The results showed that: Among them, alcohol compounds, ketones and aldehyde compounds mostly had aroma characteristics such as floral and fragrant, and which had a high level in green tea components. Therefore, tea polyphenols, phenol to ammonia ratio, vitamin C, EGCG, aroma and 20 kinds of common volatile components are determined as “identification factors” closely related to the quality of green tea.

收稿日期: 2019-01-28

作者简介: 王海利 (1993-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 茶叶品质分析控制, E-mail: 851883607@qq.com。

* 通讯作者: 钱和 (1962-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 茶叶品质和保鲜研究, E-mail: amt168168@126.com。

基金项目: 国家重点研发计划 (2017YFD0400804); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目 (KYCX18_1785)。

Key words: green tea; physicochemical ingredients; volatile aroma components; correlation; identification factors

中图分类号: TS272.7

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2019)18-0217-07

doi:10.13386/j.issn1002-0306.2019.18.035

引文格式: 王海利, 杨秀芳, 孔俊豪, 等. 不同品种名优绿茶理化品质及挥发性成分分析[J]. 食品工业科技, 2019, 40(18): 217-223.

茶作为全球性的饮料, 近年来茶叶消费量不断增加, 日益受到人们的欢迎, 这与茶叶本身的功效有关, 据科学家的研究和饮茶者的长期实践证明, 茶叶中含有蛋白质、糖类、维生素、脂肪、矿物质五大营养素, 其中茶多酚、儿茶素等具有多种药理功效^[1]。大量的研究发现, 所有的茶类均有预防心血管疾病、降脂、抗癌以及防治糖尿病的功能^[2-4]。在我国, 绿茶品种繁多, 各理化成分种类和含量不一, 而绿茶的风味是茶叶内含物相互作用、不断变化的结果, 因此绿茶滋味品质始终无法统一化表征。

茶多酚是茶叶中 30 多种酚类物质的总称, 约占茶叶干物质总量的 15%~20%, 它包括以儿茶素为主体的多酚类化合物、酚酸类、花黄素类(黄酮和黄酮醇类)及花色苷类^[5]。茶多酚是茶叶滋味和色泽的主要成分, 是构成茶叶品质的关键性物质, 是绿茶鲜爽性的主要贡献物。其中茶多酚类中含量最高的是儿茶素, 其组成和氧化聚合程度直接影响绿茶的汤色和滋味, 黄酮和黄酮醇类是绿茶茶汤黄绿明亮的主要物质^[6-8]。

茶叶中的氨基酸有 26 种, 能溶于茶汤的部分占茶叶干物质总量的 2%~4%; 茶叶氨基酸中, 以茶氨酸含量最多, 占氨基酸总量的一半以上, 它是构成茶汤鲜味的主要成分, 也是衡量茶叶品质优劣的重要生化成分^[9-10]。茶叶中的氨基酸除构成茶汤滋味(鲜味、甜味)外, 对茶叶香气的形成也起重要作用, 在茶叶的制造过程中, 氨基酸能与糖类缩合或本身的脱羧脱胺作用生成芳香物质; 在茶叶冲泡中, 有的氨基酸受热的作用发出香气, 如苯丙氨酸产生玫瑰香, 丙氨酸产生花香, 丝氨酸产生酒香等^[11-12]。氨基酸对茶叶品质起重要作用, 它们在贮藏过程中不断变化, 同时对茶滋味的影响也不断波动。酚氨比即茶多酚含量与氨基酸含量的比值, 与单一指标相比, 酚氨值可以在一定程度上更好的反应绿茶的品质, 尤其对绿茶的鲜度和浓度有极显著影响^[13-15]。

茶叶中芳香物质含量很少, 但对香气的贡献很大。一般来讲, 鲜叶中的香气成分较少, 只有 70 种左右挥发性物质, 大部分香气前体以糖苷的形式存在。茶叶加工中, 香气前体与糖苷分离, 成为挥发性物质, 即形成香气。成品茶中被确认的香气成分有 700 多种, 有醇类、醛类、酮类、酸类、脂类、酚类等, 不同的茶类, 其香气成分的种类和含量也不同。这些特有的成分以及它们的不同的组成比形成了绿茶独特的香气风格^[16-17]。

“标识因子”即绿茶内质成分中具有代表性的物质, 通过标识因子的检测, 可以在一定程度上反应茶叶的品质。绿茶品类繁多, 长期以来都是通过茶叶的感官审评来确定茶的等级和价值, 但在理化指标和功能方面却始终没有统一的表征。本文以龙井、

碧螺春、安吉白茶这三种绿茶为原料, 分析不同品种名优绿茶的理化成分和香气成分在评价绿茶品质方面的相关性, 筛选出具有代表性的标识因子, 对绿茶真伪鉴别、品质评价和价值划分方面具有一定的指导意义。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

安吉白茶 二级, 浙江省宋茗白茶有限公司; 龙井 二级, 浙江省杭州市钱塘寺坞岭云雾茶有限公司; 碧螺春 二级, 江苏省苏州金庭茶庄; 矿泉水(符合 GB5749)、评茶专用杯碗、计时器、天平、分样盘、叶底盘茶、氨酸标准品 美国 Simga 公司; 其他化学试剂 均为分析纯。

UV-1800 型紫外分光光度计 日本岛津公司; AFS-930 型原子荧光光度计 北京吉天仪器有限公司; DK-S14 电热恒温数显水浴锅 上海森信实验仪器有限公司; HPLC-高效液相色谱 美国安捷伦科技有限公司; TDL-16G 台式高速离心机 上海安亭科学仪器厂; SCIONSQ-456-GC 气质联用仪 美国利克有限公司; GS-100A 超声波清洗器 昆山市超声仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 感官评审 用分析天平准确称量样品 3.000 g(精确到 0.001 g), 先于白底托盘中评定绿茶的形状、整碎、净度和色泽, 然后将茶叶置于玻璃杯倒入 150 mL 沸水中, 盖上杯盖冲泡 5 min 后将茶汤滤出, 待茶汤冷却至室温。将 3 组茶叶及茶汤, 随机编号, 10 位审评人员于独立审评室内进行审评打分, 品质因子及评分系数见表 1。每个因子按总分 100 分打分, 茶样审评的得分为各个因子的单项得分乘以评分系数之和。样品的总得分为去掉一个最高分和去掉一个最低分后的平均分。

1.2.2 茶多酚含量及儿茶素含量测定 参考国家标准 GB/T 8314-2013 进行测定。

1.2.2.1 母液制备 准确称取 0.200 g(精确到 0.001 g)茶样于 10 mL 离心管中, 加入 5 mL 70% 预热的甲醇溶液, 搅拌均匀后, 立即移入 70 ℃, 水浴 10 min(水浴 5 min 后摇匀一次), 冷却后 3500 r/min 离心 10 min, 残渣重复以上操作, 上清液移入 10 mL 容量瓶定容, 用 0.45 μm 有机膜过滤, 获得样品待测母液。

1.2.2.2 茶多酚的测定 将母液稀释 100 倍后, 取 1 mL, 加入 5.0 mL 10% 福林酚试剂摇匀, 反应 5 min, 加入 4.0 mL 7.5% Na_2CO_3 溶液, 室温下放置 60 min 后, 测定 765 nm 处的吸光度。以空白试剂为参比测定吸光度后对比标准曲线(没食子酸)得出茶多酚的含量。没食子酸标准曲线方程: $y = 0.0052x + 0.0119$ ($R^2 = 0.9996$), 其中 y 为 765 nm 处吸光度, x 为没食

表1 茶叶审评的品质因子和评分系数
Table 1 Quality factors and score coefficients of green tea sensory evaluation

品质因子	品质特征	评分(分)	评价系数
外形(a)	细嫩,以单芽到一芽二叶初展或相当,嫩度的单叶为原料,色泽嫩绿或翠绿或深绿,油润匀整,净度好;	90~99	25%
	较细嫩,造型较有特色,色泽墨绿或黄绿,较油润,尚匀整,净度较好;	80~89	
	嫩度稍低,造型特色不明显,色泽暗,褐或陈灰或灰绿或偏黄,较匀整,净度尚好。	70~79	
汤色(b)	嫩绿明亮,浅绿明亮;	90~99	10%
	尚绿明亮或黄绿明亮;	80~89	
	深黄或黄绿欠亮或浑浊。	70~79	
香气(c)	嫩香、嫩栗香、清香、花香;	90~99	25%
	清香、尚高、火工香;	80~89	
	尚纯、熟闷、老火或青气。	70~79	
滋味(d)	鲜醇、甘鲜、醇厚鲜爽;	90~99	30%
	清爽浓厚、尚醇厚;	80~89	
	尚醇、浓涩、青涩。	70~79	
叶底(e)	细嫩多芽、嫩绿明亮、匀齐;	90~99	10%
	嫩匀、绿明亮、尚匀齐;	80~89	
	尚嫩、黄绿、欠匀齐。	70~79	

注:感官审评总分(分) = a × 25% + b × 10% + c × 25% + d × 30% + e × 10%。

子酸浓度(mg/mL)。

1.2.2.3 儿茶素类测定 母液稀释 5 倍后,过 0.45 μm 有机膜,进行 HPLC 梯度洗脱测定,洗脱顺序分别为没食子酸(GA)、表没食子儿茶素(EGC)、儿茶素(C)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)、表儿茶素(EC)、表儿茶素没食子酸酯(EGC);流动相流速为 1 mL/min,柱温:35 ℃,检测波长:278 nm,进样量 10 μL。HPLC 梯度条件如表 2。

儿茶素总量(mg/g) = EGC 含量 + C 含量 + EC 含量 + EGCG 含量 + ECG 含量 + GA 含量

酯型/非酯型儿茶素(%) = (EGCG + ECG)/(EGC + C + EC) × 100

表2 绿茶中儿茶素类含量 HPLC 梯度洗脱条件

Table 2 HPLC gradient elution conditions of catechins in green tea

时间(min)	流动相 A(%)	流动相 B(%)
10	100	0
15	68	32
25	68	32
30	100	0
35	样品采集完毕	

1.2.3 游离氨基酸总量测定 根据国家标准 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量的测定》采用茚三酮比色法进行。取 0.300 g(精确到 0.001 g)茶样于 50 mL 锥形瓶中,加入 45 mL 沸水,进行沸水浴 45 min(每隔 10 min 摇一次),趁热减压过滤,残渣水洗 2~3 次,移入 50 mL 容量瓶中定容得待测液。取 1 mL 待测液注入 25 mL 比色管,加入 0.5 mL pH8.0 磷酸缓冲溶液和 0.5 mL 2% 茚三酮溶液,在沸水浴中加热 15 min,待冷却后加水定容至 25 mL。放置 10 min 后,于 570 nm 处,以空白试剂为参比测定吸光度后对比标准曲线(谷氨酸)得出茶叶中游离氨基酸的

含量。

谷氨酸标准曲线方程为 $y = 1.92x - 0.1934$ ($R^2 = 0.9994$),其中, y 为 570 nm 处吸光度, x 为谷氨酸(mg/mL)。

酚氨比(%) = 茶多酚含量/氨基酸含量 × 100

1.2.4 抗坏血酸测定 参考 GB/T 5009.86-2013 进行测定。称取茶样 0.200 g(精确至 0.001 g)于 15 mL 离心管中,加入 5 mL 20 g/L 偏磷酸溶液用 20 g/L 的偏磷酸溶液,摇匀后,40 kHz 超声 5 min 后 4000 r/min 离心 5 min,取上清液过 0.45 μm 水相滤膜,滤液待测用 HPLC 进行测定,流动相流速为 0.7 mL/min,柱温: 25 ℃,检测波长:245 nm,进样量 20 μL。以色谱峰的保留时间定性,外标法定量。

抗坏血酸标准曲线方程: $y = 88.34x + 29.402$ ($R^2 = 0.99998$),其中 y 为抗坏血酸浓度(mg/mL), x 为抗坏血酸标准品的峰面积。

1.2.5 叶绿素的测定 准确称取 0.500 g 样品于 15 mL 离心管,加入 10 mL 提取剂(无水乙醇:丙酮 = 1:1),获得提取液分别测定 645 和 663 nm 处吸光度值,利用 Arnon 公式计算叶绿素含量^[18]。

$C_a = 0.1272A_{663} - 0.00259A_{645}$

$C_b = 0.2288A_{645} - 0.00467A_{663}$

1.2.6 水浸出物的测定 参考 GB/T 8305-2013 检测。准确称取 0.200 g 茶样于 50 mL 锥形瓶中,立即移入 30 mL 沸水浴中,每隔 10 min 摇一次,共反应 45 min,趁热减压过滤,用水洗涤残渣 3 次,将茶渣移入恒温干燥箱 121 ℃,1 h,取出冷却 1 h 后再烘 1 h,立即移入干燥器中,冷却至室温后,称重。

$水浸出物含量(\%) = \left(1 - \frac{m_1}{m_0 \times w}\right) \times 100$

式中: m₁ 为茶样质量(g); m₂ 为干燥后得茶渣质量(g); w 为茶样干物质含量(%)。

1.2.7 香气成分的测定 准确称取 1.00 g(精确到

表3 感官审评结果(分)

Table 3 Results of sensory evaluation(scores)

茶样	外形	汤色	香气	滋味	叶底	总分
龙井	94.8 ± 1.74 **	94.6 ± 1.13 **	95.6 ± 0.70 **	95.1 ± 0.95 **	94.4 ± 1.87 **	95.0 ± 0.91 **
安吉白茶	92.5 ± 1.40 **	92.5 ± 0.97 **	92.9 ± 1.37 **	92.8 ± 1.32 **	91.7 ± 1.72 **	92.5 ± 1.03 **
碧螺春	87.7 ± 0.98 **	87.73 ± 1.17 **	86.8 ± 1.23 **	86.5 ± 1.33 **	86.3 ± 1.22 **	87.0 ± 1.01 **

注:“*”代表纵向具有显著差异($P \leq 0.05$);“**”代表纵向具有极显著性差异($P \leq 0.01$); $n = 10$ 。

0.01 g)茶样放于20 mL萃取瓶中,立即加盖密封,放入60 ℃水浴中平衡5 min,后将萃取头插入萃取瓶并悬于液面上,吸附45 min后于GC-MS进样口温度230 ℃下解析5 min^[19]。

气相色谱(GC)条件:色谱柱为DB-5MS石英毛细管柱(29.69 m × 0.25 mm, 0.25 μm)。

程序升温条件:初始温度为40 ℃,保持2.0 min;以10 ℃/min速率升至250 ℃,保持6 min;柱箱温度:40 ℃,进样口温度:230 ℃,进样模式为不分流,压力为51.3 MPa,总流量为17.3 mL/min,柱流量为1.02 mL/min,线速度为36.5 cm/s,吹扫流量为6.0 mL/min,分流比为10.0,溶剂延迟为2.0 min。

质谱(MS)条件:电离方式为EI,电子能量为70 eV,离子源温度为230 ℃,接口温度为230 ℃,ACQ方式为Scan;扫描速度为769 amu/s;扫描范围(m/z)为40~400 amu。

1.3 数据处理

经过三次平行试验后,采用Origin 7.5作图通过SPSS 21.0统计软件在显著性水平 $P = 0.05$ 下,进行数据统计与分析。

2 结果与分析

2.1 不同品种绿茶的感官审评结果

对不同品种的绿茶进行感官评分,评审结果分别如表3所示,结果表明,不同品种绿茶的外形、汤色、香气、滋味、叶底和总分都具有极显著差异($P < 0.01$),这可能与各类绿茶的加工工艺和品种本身有关,如龙井绿茶属于扁形茶,加工后依然保持嫩匀的外形色泽,而碧螺春卷曲成螺,白毫满布,外形属于银灰绿。此外也与各品种的理化成分含量密切相关,因此,在感官审评时应分类分析,并对各品种的理化成分进行研究。

2.2 不同品种绿茶各组分分析

2.2.1 茶多酚、游离氨基酸与酚氨比 由图1可知三种茶叶中,龙井的茶多酚含量最高,碧螺春次之。游离氨基酸含量碧螺春最高,龙井次之。而酚氨比与感官评分呈相反显趋势,即龙井感官评分最高,但酚氨比最低(3.86),碧螺春感官评分最低,酚氨比最高(5.26),且从图1可以看出不同品种绿茶的酚氨比均有显著差异($P < 0.05$)。因此,酚氨比能很好地反映绿茶的滋味品质,即酚氨比值越高,则越不利于名优绿茶品质的形成。当多酚类和氨基酸含量较高并且酚氨比值低,茶汤滋味浓且鲜爽,但当多酚类含量低氨基酸含量高时,虽酚氨比值低但茶汤滋味味淡鲜爽。当多酚类含量高、氨基酸含量低时,酚氨比高,茶汤滋味浓而苦涩,相关研究也显示酚氨比与绿茶

感官品质具有显著相关性^[20]。根据沈强等^[15]测出安顺名优绿茶的茶多酚含量在25.12%~26.61%,龚自明等^[21]在湖北省名优绿茶品质特点研究中测出茶样的茶多酚含量为12.70%~16.90%,以及目前测定过的茶叶含量最高量是35%,由此得出3个绿茶茶样茶多酚含量在已报道文献中属于中等水平(16.4%~20%)。

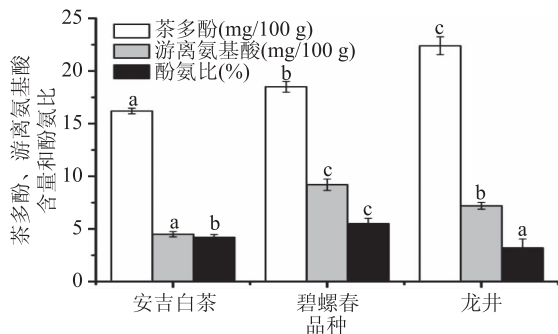


图1 不同品种绿茶茶多酚、游离氨基酸含量及酚氨比

Fig.1 Tea polyphenols, amino acid and phenolic ammonia ratio in different green tea

注:不同字母代表有显著性差异($P \leq 0.05$),图3同。

2.2.2 茶叶中各类儿茶素含量 茶叶中含有丰富的儿茶素,其含量一般为鲜茶叶干重的12%~14%,包括酯型儿茶素和非酯型儿茶素,是茶叶的主要的成分之一,主要由儿茶素(C)、表儿茶素(EC)、表没食子儿茶素(EGC)、表儿茶素没食子酸酯(ECG)、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG)等组分组成^[6]。有研究表明,酯型儿茶素不仅是影响茶叶品质好坏的关键因子之一,还具有抗氧化、防癌抗癌、降低血脂、除胆固醇、抑制细菌病毒、抗突变等保健功能^[22-23]。其中,ECG、EGCG是主要的酯型儿茶素,EGC、EC和C是主要非酯型儿茶素,EGCG是茶叶功能性的关键因子之一,因此分析茶叶中主要儿茶素至关重要^[6]。

分析三种绿茶各儿茶素成分含量,结果表明(表4),非酯型儿茶素在儿茶素中占比较小,但各品种之间都有显著性差异($P < 0.05$),这表明非酯型儿茶素也会引起绿茶感官品质的差异性,对绿茶的感官品质具有一定贡献。酯型儿茶素是绿茶儿茶素的主体,尤其EGCG在儿茶素类中含量最高,三种茶叶中龙井的EGCG含量最高,安吉白茶的含量次之,且与碧螺春存在显著差异($P < 0.05$),如图3(a)可知,总儿茶素(主要包括EGCG、EGC、ECG、EC、GA和C)占化合物含量的67.533%,是名优绿茶样品中的主要成分,且龙井绿茶的总儿茶素含量与碧螺春的总儿茶素有显著性差异($P < 0.05$)。由图3(b)可知,三种绿茶的酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值均存在显著差异,且趋势与其感官评分结果呈负相关,即感官

表4 不同名优绿茶中各儿茶素的含量
Table 4 Contents of various catechins in different famous green teas

品种	儿茶素含量(mg/g)					
	GA	EGC	C	EC	EGCG	ECG
安吉白茶	0.077 ± 0.005 ^a	4.321 ± 0.320 ^{ab}	0.874 ± 0.022 ^b	2.071 ± 0.121 ^a	180.027 ± 9.138 ^b	2.610 ± 0.053 ^a
龙井	0.068 ± 0.003 ^a	4.851 ± 0.452 ^b	0.811 ± 0.101 ^b	2.128 ± 0.089 ^{ab}	171.583 ± 8.432 ^b	22.538 ± 2.541 ^b
碧螺春	0.108 ± 0.012 ^b	4.173 ± 0.341 ^a	0.659 ± 0.051 ^a	2.030 ± 0.134 ^a	167.970 ± 5.687 ^a	28.724 ± 2.354 ^c

注:同一列小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$);表5同。

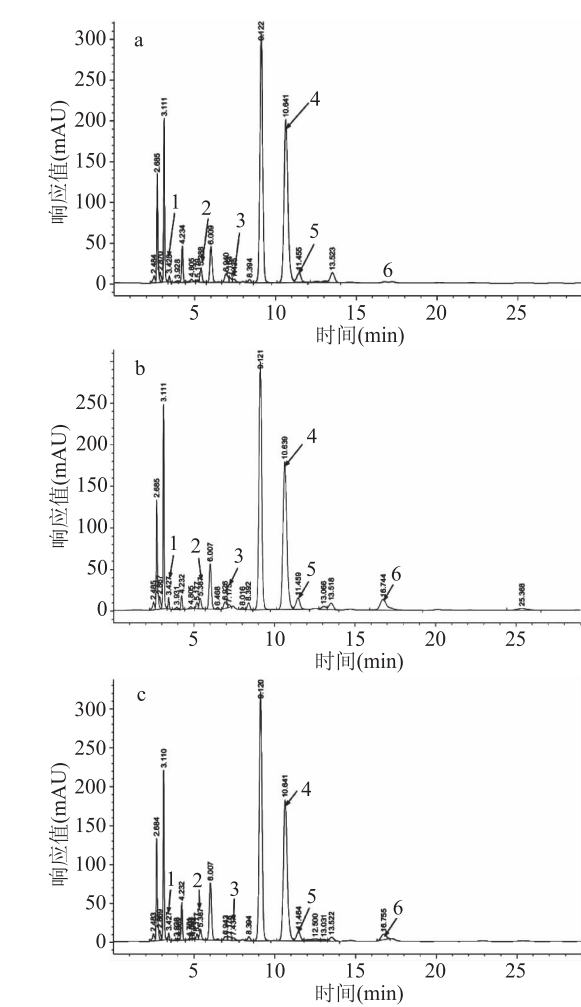


图2 不同名优绿茶中儿茶素液相色谱图
Fig.2 HPLC of catechins in different famous green teas
注:a:安吉白茶;b:龙井;c:碧螺春;
1:GA;2:EGC;3:C;4:EGCG;5:EC;6:ECG。

评分越高,酯型儿茶素与非酯型儿茶素越低。这表明酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值比单一的总儿茶素含量指标在一定程度上能更好的反应不同绿茶的品种差异。

2.2.3 其他组分含量 由表5可知,不同品种绿茶的抗坏血酸含量间存在显著性差异($P < 0.05$),其中龙井绿茶的含量最高为 798.65 mg/100 g,碧螺春最低为 773.45 mg/100 g,这可能与绿茶加工工艺有关,绿茶在加工过程中以毛火高温快炒为主,并在烘干过程中同时压扁作型,而碧螺春经焙制后,还需搓团显毫,此时抗坏血酸极易被氧化降解。叶绿素和水浸出物含量,仅安吉白茶和碧螺春具有显著差异($P <$

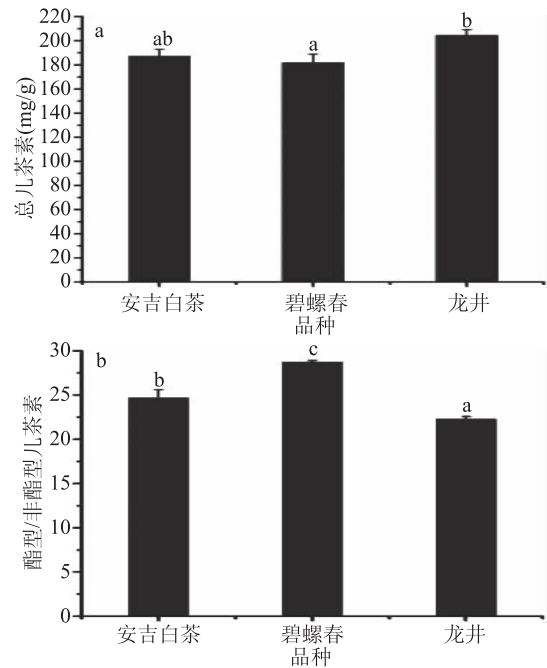


图3 不同品种绿茶的儿茶素含量
Fig.3 The catechin content of different varieties of green tea
注:(a)为总儿茶素含量;
(b)为酯型儿茶素与非酯型儿茶素的比值。

0.05),叶绿素易受光影响,而水浸出物与茶尘有关,因此,叶绿素和水浸出物在三种绿茶中并未表现出与感官显著相关的结果。

表5 不同品种名优绿茶理化指标含量
Table 5 Physical and chemical indicators of different varieties of famous green tea

茶样	各组分测定结果		
	抗坏血酸含量 (mg/100 g)	叶绿素 (mg/g)	水浸出物 (%)
安吉白茶	781.52 ± 9.05 ^b	0.67 ± 0.23 ^b	43.36 ± 1.56 ^a
碧螺春	773.45 ± 8.67 ^a	0.57 ± 0.21 ^a	47.21 ± 1.18 ^b
龙井	798.65 ± 7.15 ^c	0.63 ± 0.16 ^{ab}	47.87 ± 1.03 ^b

2.2.4 各组分与绿茶品质的相关性分析 通过绿茶评分与各理化指标相关性分析(表6)可知,茶多酚、酚氨比、抗坏血酸、EGCG、酯型和非酯型儿茶素比值与感官总分间均有显著相关性,其中酚氨比($r = -0.942$)、抗坏血酸的相关性最为显著($r = 0.955$),通过回归分析发现抗坏血酸含量与感官存在显著的线性关系。

采用逐步筛选法,经多元回归分析得抗坏血酸与感官评分回归方程为:

表6 绿茶品质与组分相关性分析

Table 6 Correlation analysis of quality and composition of green tea

	感官 评分	茶多酚	游离 氨基酸	酚氨比	GA	EGC	C	EC	EGCG	ECG	儿茶素 总量	酯型 非酯型	抗坏 血酸	叶绿素	水浸 出物
茶多酚	0.924 **	1													
游离氨基酸	0.857	0.487	1												
酚氨比	-0.962 **	-0.986 **	0.926 **	1											
GA	-0.214	-0.301	0.677 *	0.948 **	1										
EGC	0.740 *	0.807 **	-0.099	-0.847 **	-0.799 **	1									
C	-0.288	-0.18	-0.947 **	-0.734 *	-0.873 **	0.409	1								
EC	0.563	0.544	-0.0373	-0.984 **	-0.911 **	0.923 **	0.62	1							
EGCG	-0.927 **	-0.998 **	-0.536	0.337	0.246	-0.773 *	0.235	-0.5	1						
ECG	0.724 *	0.604	0.969 **	0.314	0.519	0.087	-0.869 **	-0.155	-0.646	1					
儿茶素总量	-0.214	-0.446	0.532	0.765 *	0.908 **	-0.799 **	-0.765 *	-0.765 *	0.398	0.443	1				
酯型/非酯型儿茶素	-0.863	-0.527	0.483	0.873 **	0.950 **	-0.894 **	-0.739 *	-0.883 **	0.479	0.347	0.977 **	1			
抗坏血酸	0.955 *	-0.248	0.041	0.483	0.327	-0.401	-0.136	-0.498	0.234	-0.115	0.129	0.262	1		
叶绿素	0.636	0.697 *	-0.253	-0.913 **	-0.880 **	0.982 **	0.542	0.961 **	-0.657	-0.062	-0.841 **	-0.933 **	-0.471	1	
水浸出物	0.627	0.799 **	0.608 **	-0.07	0.162	0.437	-0.617	0.232	-0.823 **	0.924 **	0.148	0.006	-0.294	0.302	1

注: ** 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; * 在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

$y = 0.068x + 35.005, R^2 = 0.947$ 式(1)

式中:y 表示感官评分,分;x 表示抗坏血酸含量(mg/100 g)。

$y = -50.007x^3 + 9.778x^2 - 5.97x + 133.44, R^2 = 0.930$ 式(2)

式中:y 表示感官评分,分;x 表示酚氨比,%。

2.3 茶叶中香气成分分析

绿茶香气不仅是评价名优绿茶品质的重要因子之一,还是消费者选择茶叶的一个重要依据。茶叶特征香气成分是由性质不同、含量微少、香型差异悬殊的众多挥发性物质组成的混合物,且绿茶香气物质种类、含量和比例的不同,可改变绿茶品质,形成绿茶不同的香味^[16]。由图 4 可知三种不同绿茶的香气成分存在一定差异,但也有共同的挥发性成分,根据 GC-MS 比对质朴库,确定的 20 种共同挥发性化合物如下:

其中醇类和酮类化合物时绿茶香气中的主要挥发性化合物,其香气多为花香和水果香,带有新鲜的清香和柑橘香调,有令人愉快的玫瑰和橙花的香气,香气较平和,微带柠檬样的果香。这 20 种共同挥发

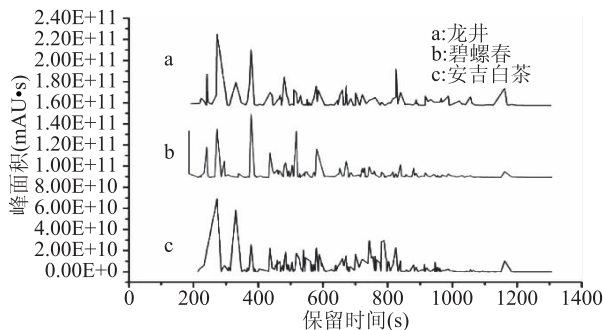


图4 不同品种名优绿茶香气成分分析

Fig.4 Analysis of aroma components of different varieties of famous green tea

性成分中,感官评分最高的龙井茶,其香气成分含量最高达 32.296%,碧螺春次之,香气成分相对含量为 30.061%,安吉白茶最低为 19.283%。

3 结论

不同品种的绿茶理化成分具有一定差异,其中茶多酚、酚氨比、抗坏血酸、EGCG、酯型和非酯型儿茶素比值均有显著差异性($P < 0.05$),且对三种绿茶

表7 三种绿茶的共同挥发性成分及其含量

Table 7 Common volatile components and content of three green teas

实验号	类别	名称	CAS	香气描述	相对含量(%)		
					安吉白茶	碧螺春	龙井
1	111-71-7	庚醛	111-71-7	果子香	2.35	8.684	6.62
2	4313/3/5	(E,E)-2,4-庚二烯醛	4313/3/5	青草、水果和香辛料香味	0.789	1.555	0.75
3	100-51-6	苯甲醇	100-51-6	有芳香味	1.599	6.386	1.506
4	104-76-7	2-乙基己醇	104-76-7	具有花香味	0.177	0.593	1.868
5	110-43-0	2-庚酮	110-43-0	无色、具有香味	0.343	0.117	0.519
6	110-93-0	甲基庚烯酮	110-93-0	水果香,新鲜的青香,柑橘样气息	0.867	0.801	1.21
7	111-70-6	庚醇	111-70-6	有芳香气味	0.184	0.506	0.068
8	122-78-1	苯乙醛	122-78-1	有浓郁的玉簪花香气	1.073	0.55	0.631
9	128-37-0	羟甲苯丁酯	128-37-0	花香	0.035	0.079	0.711
10	31501-11-8	(Z)-己酸-3-己烯酯	31501-11-8	玫瑰香的薄荷油香味	2.088	0.522	4.311
11	3777-69-3	2-正戊基呋喃	3777-69-3	具有豆香、果香、泥土、青香及类似蔬菜的香韵	0.457	0.268	0.481

续表

实验号	类别	名称	CAS	香气描述	相对含量(%)		
					安吉白茶	碧螺春	龙井
12	475-20-7	长叶烯	475-20-7	松香气味	0.034	0.161	0.163
13	544-76-3	十六烷	544-76-3	烤烟气、烟气	0.458	0.542	1.126
14	58-08-2	咖啡碱	58-08-2	咖啡香	0.932	0.798	2.024
15	66-25-1	己醛	66-25-1	有刺激性气味	6.264	6.678	8.467
16	95-93-2	1,2,4,5-四甲苯	95-93-2	有类似樟脑的气味	0.065	0.035	0.187
17	100-52-7	苯甲醛;苦杏仁油; 安息香醛	100-52-7	具有特殊的杏仁气味	0.315	0.014	1.201
18	1576-87-0	反式-2-戊烯醇	1576-87-0	未知	0.528	0.55	0.122
19	17302-27-1	乙酸异丁酯	17302-27-1	有成熟水果香味	0.698	0.981	0.175
20	497-23-4	γ -巴豆酰内酯	497-23-4	未知	0.027	0.241	0.156

注:相对含量中的,A:安吉白茶;B:碧螺春;C:龙井。

感官品质均有显著相关性,其中酚氨比($r = -0.942$)、抗坏血酸的相关性最为显著($r = 0.955$)。此外,茶叶中的香气物质成分繁多复杂,且不同成分对茶叶的香气有不同的香气贡献,在本文中提取了 20 种共同挥发性成分,通过相对含量可对三种绿茶进行识别,结果表明:醇类化合物、酮类和醛类化合物,大都具有花香和清香等香型特征,在绿茶成分中含量较高。因此,在表征绿茶品质时可优先考虑茶多酚、酚氨比、抗坏血酸、EGCG、酯型和非酯型儿茶素比值和 20 种共同挥发性成分,可以更加客观的评价名优绿茶的品质优劣,对建立进一步名优绿茶品质判定的模型具有重要意义。

参考文献

[1] 阮宇成. 中国农业百科全书——茶叶卷[M]. 中国农业出版社,1988:12.

[2] 王岳飞. 科学饮茶之谈谈茶保健功效[J]. 茶博览,2014(9):80-81.

[3] 中国科学报. 研究发现绿茶提取物可治疗自身免疫病[J]. 中国食品学报,2018,18(12):73.

[4] Jankun J, Selman S H, Swiercz R, et al. Why drinking green tea could prevent cancer[J]. Nature, 1997(387):561.

[5] 高杨, 李铨军. 不同等级茶叶中茶多酚含量的比较[J]. 吉林农业, 2019(1):52-53.

[6] 周顺珍, 郭灿, 刘晓霞, 等. 2014“黔茶杯”名优绿茶主要品质特征分析报告[J]. 贵州茶叶, 2015, 43(4):16-17.

[7] 周天山, 米晓玲, 王衍成, 等. 不同加工工艺对‘陕茶 1 号’绿茶品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(3):148-154.

[8] 郑青梅. 4 类茶叶及其茶渣主要成分的测定与分析[J]. 广东农业科学, 2015, 6(10):14-19.

[9] 赵明明, 金钰, 周有祥. 基于氨基酸指纹图谱的扁形绿茶品种分析[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(22):120-123.

[10] 王富花. HPLC 分析测定不同茶叶中的游离氨基酸[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(1):141-146.

(上接第 211 页)

[J]. Carbohydrate Polymers, 2003, 53(4):431-438.

[22] 赵漫漫. 软塑复合包装材料热封工艺及其机理研究[D]. 无锡:江南大学,2008.

[23] 赵漫漫, 卢立新. 热封温度对 PET/Al/PE 包装膜热封性

[11] 郑娟娟. 蒙顶名茶品质化学研究[D]. 成都:四川农业大学,2011.

[12] 赖凌凌. 福建名优绿茶品质与工艺研究[D]. 福州:福建农林大学,2006.

[13] 程启坤. 茶叶品种适制性的生化指标—酚氨比[J]. 中国茶叶, 1983(1):38.

[14] 吴瑞梅, 艾施荣, 吴彦红, 等. 基于近红外光谱的绿茶滋味品质估测模型[J]. 核农学报, 2013, 27(10):1495-1500.

[15] 沈强, 邵亦俊, 邵欣宇, 等. 安顺名优绿茶的感官品质与主要化学成分[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(9):43-47.

[16] 窦宏亮. 绿茶饮料在贮藏中主要生化成分和香气成分的变化及其对茶饮料品质的影响[D]. 武汉:华中农业大学,2007.

[17] 尹洪旭, 杨艳芹, 姚月凤, 等. 基于气相色谱-质谱技术与多元统计分析对不同栗香特征绿茶判别分析[J]. 食品科学, 2019, 40(4):192-198.

[18] Andressa C, Bevilacqua, Mateus H. et al. Photophysical and photocatalytic properties of coprophil and chlorophyll [J]. Computational Materials Science, 2019:158.

[19] 尹洪旭, 杨艳芹, 姚月凤, 等. 栗香绿茶香气萃取方法优化及其芳香成分分析[J]. 茶叶科学, 2018, 38(5):518-526.

[20] 王海利, 黄海铃, 崔燕, 等. 不同品种绿茶的酚氨值与茶滋味相关性分析[J]. 食品工业科技, 2018, 39(16):208-212.

[21] 龚自明, 王雪萍, 高士伟, 等. 湖北省名优绿茶品质特点研究[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(22):4626-4628, 4643.

[22] Yedidya Zagury, Meital Kazir, Yoav D. et al. Improved antioxidant activity, bioaccessibility and bioavailability of EGCG by delivery in β -lactoglobulin particles [J]. Journal of Functional Foods, 2019:52.

[23] Pimpisid Koonyosying, Sarawut Kongkarnka, Chairat Uthapibull, et al. Green tea extract modulates oxidative tissue injury in beta-thalassemic mice by chelation of redox iron and inhibition of lipid peroxidation [J]. Biomedicine & Pharmacotherapy, 2018:108.

能的影响[J]. 合成树脂及塑料, 2008, 25(1):57-61.

[24] 潘继生, 潘云龙, 阎秋生, 等. 食品软包装复合膜热封过程的变形仿真分析[J]. 包装与食品机械, 2014, 32(5):30-34, 39.