

基于主成分和聚类分析的浮梁红茶品质评价

蔡海兰¹, 杨普香^{1*}, 朱凤新², 鲍润元², 李琛¹

(1. 江西省蚕桑茶叶研究所, 江西 南昌 330203; 2. 浮梁县茶业局, 江西 景德镇 333400)

摘要:为科学评价浮梁红茶的品质特征, 对不同等级、厂家的 20 份浮梁红茶样品的主要生化成分进行测定, 并应用化学计量学方法进行分析。结果表明: 浮梁红茶的内质优良, 尤其水浸出物、茶多酚和游离氨基酸含量较高, 具有滋味鲜爽醇厚的物质基础; 通过主成分分析和聚类分析可以初步鉴别浮梁名优红茶和浮梁大宗红茶, 分析浮梁红茶的生化成分用于评价浮梁红茶品质具有一定的可行性。

关键词:浮梁红茶; 品质评价; 生化成分; 主成分分析; 聚类分析

Comprehensive Evaluation of Fuliang Black Tea Quality Based on Principal Component and Cluster Analysis

CAI Hai-lan¹, YANG Pu-xiang^{1*}, ZHU Feng-xin², BAO Run-yuan², LI Chen¹

(1. Jiangxi Sericulture and Tea Research Institute, Nanchang 330203, Jiangxi, China; 2. Fuliang Tea Industry Bureau, Jingdezhen 333400, Jiangxi, China)

Abstract: In order to scientifically evaluate the quality characteristics of Fuliang black tea, the main biochemical components of 20 samples of Fuliang black tea from different grades and manufacturers were determined and analyzed by chemometrics method. The results suggested that the quality of Fuliang black tea was excellent, especially the high content of water extract and tea polyphenols and free amino acid, which was the foundation of tea with fresh and pure taste. Principal component analysis and cluster analysis could be used to preliminarily distinguish Fuliang famous black tea and common black tea. It was feasible to analyze the biochemical components on evaluate the quality of Fuliang black tea.

Key words: Fuliang black tea; quality evaluation; biochemical composition; principal component analysis; cluster analysis

引文格式:

蔡海兰, 杨普香, 朱凤新, 等. 基于主成分和聚类分析的浮梁红茶品质评价[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(16): 100-104
CAI Hailan, YANG Puxiang, ZHU Fengxin, et al. Comprehensive Evaluation of Fuliang Black Tea Quality Based on Principal Component and Cluster Analysis[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16): 100-104

江西浮梁产茶久负盛名, “浮梁红茶”更是享誉海外。浮梁红茶是现江西景德镇市生产的红茶, 于距今 100 余年的光绪年间开始创制^[1]。优越的地理环境, 独特的加工工艺, 让浮梁红茶获得了国内外市场的欢迎

和消费者的青睐。1953 年“孚钉”工夫红茶问世, 该茶以条索紧、锋苗好、色泽乌黑泛灰、内质香气浓郁高长、汤色红艳、滋味醇厚等突出优点荣获巴拿马万国博览会金质奖章和奖状, 成为浮梁红茶的代表作^[2]。近年, 随着浮梁茶产业的不断发展, “浮梁红茶”生产企业逐年增加、生产规模不断扩大、产品质量参差不齐。因此, 为了保护浮梁红茶的质量和特色, 保护我国的传统茶叶精品, 有必要对浮梁红茶的品质特征进行研究。

本文通过对不同厂家、不同等级浮梁红茶产品的生化成分进行检测, 利用相关性分析、主成分分析和

基金项目: 江西省科技厅一般项目(20171BBF60002); 江西省现代农业产业技术体系建设专项(JXARS-02)

作者简介: 蔡海兰(1989—), 女(汉), 助理研究员, 硕士, 研究方向: 茶叶品质化学。

* 通信作者

聚类分析方法分析浮梁红茶品质特征,并通过构建数学评价模型对其品质特征进行综合评价,旨在为浮梁红茶的品质鉴定提供依据,以规范浮梁红茶的生产工艺,保持其品质统一及特色,从而促进浮梁红茶产业的健康稳步发展。

1 材料与方法

1.1 材料

收集了浮梁红茶核心茶区 6 家茶企生产的 20 个红茶产品做样本。样本根据原料采摘方式、嫩度和加工的差异,分为名优红茶和大宗工夫红茶,其中名优红茶为手工采摘鲜叶加工而成,嫩度为单芽和一芽一叶为主,根据鲜叶原料老嫩度的不同,分特级、一级、二级(原料为单芽,一芽一叶,一芽二叶);大宗工夫红茶为机采鲜叶加工而成,原料一芽三叶~4 叶为主。试验将名优红茶的特级、一级、二级、普通工夫红茶分别记为 t、1、2、g;将 6 个厂家的样本依次标记为 A、B、C、D、E、F。

1.2 品质评价与分析方法

1.2.1 成分分析

水分含量测定采用 GB 5009.3-2016《食品安全国家标准 食品中水分的测定》^[3];水浸出物测定采用 GB/T 8305-2013《茶 水浸出物测定》^[4];咖啡碱测定采用 GB/T 8312-2013《茶 咖啡碱测定》^[5];氨基酸测定采用 GB/T 8314-2013《茶 游离氨基酸总量测定》^[6];茶多酚测定采用 GB/T 8313-2018《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[7];灰分测定采用 GB 5009.4-2016《食品安全国家标准 食品中灰分的测定》^[8];茶黄素、茶

红素、茶褐素测定采用系统分析法^[9]。

1.2.2 数据处理

采用 Microsoft office excel 和 SPSS20.0 软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 浮梁红茶的成分分析

对 20 个浮梁红茶样本的生化成分进行了测定,结果显示,20 个样本的水分含量平均 6.5%,总灰分含量 5.1%~5.8%之间;水浸出物 36.5%~45.2%,平均 41.64%;粗纤维含量 7.70%~15.80%,所有产品水分、总灰分、水浸出物含量等质量指标均符合现行国家标准要求。20 个样本的茶多酚含量范围 8.9%~21.9%,平均 14.09%,游离氨基酸含量 2.9%~4.6%,平均 3.87%,茶黄素含量 0.2%~0.6%,平均 0.36%,茶红素含量 2.2%~4.7%,平均 3.37%,茶褐素 4.70%~11.20%,平均 7.38%。从 20 个样本的检测数据看,浮梁红茶水浸出物和氨基酸含量较高,具有滋味鲜爽醇厚的物质基础。在构成红茶汤色的 3 项主要成分中,20 个样本的茶黄素和茶红素含量没有突出特征,但茶黄素、茶红素、茶褐素 3 者之间比例协调,这可能是造成浮梁红茶汤色偏橙偏黄,滋味甘醇的原因。

2.2 浮梁红茶品质成分的相关性分析

茶叶色、香、味、形的形成与茶叶中生化成分的含量多少及比例密切相关。但是在茶叶品质形成过程中各种生化成分不是单一地对品质起作用,它们之间存在复杂的相互作用^[10]。20 个样本的生化成分相关性分析见表 1。

表 1 浮梁红茶样本化学成分指标间的相关性分析

Table 1 Correlation analysis of chemical components from Fuliang black tea

	茶多酚	水浸出物	茶黄素	茶红素	茶褐素	粗纤维	游离氨基酸
茶多酚	1						
水浸出物	0.819**	1					
茶黄素	0.593**	0.489*	1				
茶红素	0.622**	0.489*	0.646**	1			
茶褐素	-0.221	-0.138	0.041	-0.161	1		
粗纤维	-0.328	-0.390	-0.080	-0.113	-0.260	1	
游离氨基酸	-0.103	0.129	-0.233	-0.320	0.272	-0.530**	1

注:**表示在 0.01 水平上显著相关;*表示在 0.05 水平上显著相关。

结果显示 20 个浮梁红茶样本的生化成分间存在着密切的关联程度,如水浸出物、茶多酚、茶黄素、茶红素间均成显著的正相关,粗纤维与游离氨基酸成显著负相关。说明如直接利用生化成分指标值反映浮梁红茶的感官品质,信息会存在重叠,因此,本研究采取

主成分分析方法对生化成分进行进一步分析。

2.3 主成分分析

主成分分析法是采用降维的思想,利用较少的综合指标代替原先的较多的变量,使冗余复杂的信息简单化的分析方法,可以揭示茶叶生化组分和品质之间

的复杂关系^[10-12]。本研究利用 SPSS20.0 对 20 个不同等级浮梁红茶的茶多酚、水浸出物、茶黄素、茶红素、茶褐

素、粗纤维、游离氨基酸等 7 项生化成分进行了主成分分析,所得的主成分特征及贡献率结果见表 2。

表 2 主成分的特征值及贡献率

Table 2 Characteristic value and accumulative contribution rate of each princpal component

成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
	合计	方差的初始特征值/%	累积/%	合计	方差的初始特征值/%	累积/%	合计	方差的初始特征值/%	累积/%
1	2.98	42.53	42.53	2.98	42.53	42.53	2.89	41.32	41.32
2	1.83	26.08	68.61	1.83	26.08	68.61	1.76	25.21	66.53
3	0.97	13.91	82.53	0.97	13.91	82.53	1.12	16.00	82.53
4	0.44	6.26	88.78						
5	0.37	5.32	94.10						
6	0.28	3.95	98.05						
7	0.14	1.95	100.00						

从表 2 可知,前 3 个主成分的特征值大于 0.8,累计方法贡献率为 82.53%,较大地保留了原始信息,故选取了前 3 个特征值做主成分分析。因每个主成分都是原始变量的线性组合,组合中各变量对主成分的影响可用载荷表示,载荷绝对值越大,其影响越大^[13]。当主成分的载荷矩阵经旋转后载荷系数更接近 1 或者 0,可更好地解释和命名变量。为此,通过 SPSS 软件继续对前 3 个主成分进行旋转,采用主成分分析的提取方法和具有 Kaiser 标准化的正交旋转法,表 3 是旋转后的成分矩阵,旋转在 5 次迭代后收敛。

表 3 主成分旋转后的因子载荷

Table 3 Loading dose of the rotated princpal components

成分指标	主成分		
	PC1	PC2	PC3
茶多酚	0.86	0.23	-0.28
茶黄素	0.85	-0.16	0.23
茶红素	0.85	-0.17	-0.03
水浸出物	0.76	0.43	-0.27
游离氨基酸	-0.26	0.86	0.11
粗纤维	-0.25	-0.83	-0.16
茶褐素	-0.07	0.22	0.94

根据表 3 的载荷量的数据可知,茶多酚、茶黄素、茶红素以及水浸出物含量是影响主成分 1(PC1)的主要特征向量,载荷量分别为 0.86、0.85、0.85、0.76;游离氨基酸和粗纤维含量是影响主成分 2(PC2)的主要特征向量,载荷量分别为为 0.86、-0.83;而对主成分 3(PC3)贡献较大的是茶褐素,载荷量为 0.94。

2.4 浮梁红茶品质模型的构建

各成份的特征向量见表 4。

据此可求出各主成分的函数表达式 F_1 、 F_2 和 F_3 。

主成分 1: $F_1=0.267Z_{茶多酚}+0.217Z_{水浸出物}+0.347Z_{茶黄素}+$

表 4 各成份的特征向量

Table 4 Characteristic eigenvector of each princpal component

成分指标	PC1	PC2	PC3
茶多酚	0.267	0.121	-0.195
水浸出物	0.217	0.248	-0.223
茶黄素	0.347	-0.172	0.341
茶红素	0.314	-0.147	0.093
茶褐素	0.075	0.007	0.859
粗纤维	-0.060	-0.456	-0.067
游离氨基酸	-0.131	0.506	-0.041

$0.314Z_{茶红素}+0.075Z_{茶褐素}-0.06Z_{粗纤维}-0.131Z_{游离氨基酸}$;主成分 2: $F_2=0.121Z_{茶多酚}+0.248Z_{水浸出物}-0.172Z_{茶黄素}-0.147Z_{茶红素}+0.007Z_{茶褐素}-0.456Z_{粗纤维}+0.506Z_{游离氨基酸}$;主成分 3: $F_3=-0.195Z_{茶多酚}-0.223Z_{水浸出物}+0.341Z_{茶黄素}+0.093Z_{茶红素}+0.859Z_{茶褐素}-0.067Z_{粗纤维}-0.041Z_{游离氨基酸}$ 。根据各样品在主成分的得分,绘制主成分的二维图谱,如图 1 和图 2 所示。

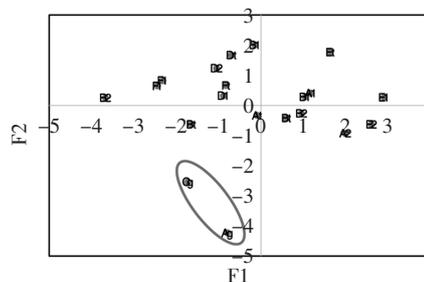


图 1 20 个浮梁红茶样本在第 1 主成分和第 2 主成分分布
Fig.1 Scatter plot of the first and the second principal component analysis of 20 Fuliang black tea samples

从图 1 可以看出,20 个浮梁红茶样本可以明显区分为 2 个部分,其中 2 个大宗工夫红茶样本(Cg,Ag)分布在 PC2 有较大的负分值(-2,-5)的区域;其他样

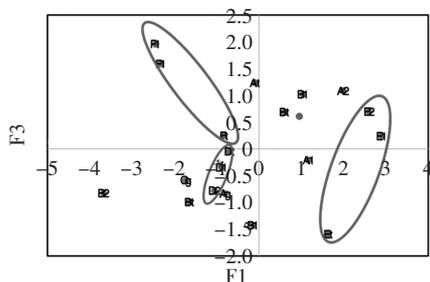


图2 20个浮梁红茶样本在第1主成分和第3主成分分布

Fig.2 Scatter plot of the first and the third principal component analysis of 20 Fuliang black tea samples

品都聚集在PC2(-1,2)的区域。PC2正分值的样品在游离氨基酸的含量上表现较高,粗纤维较低。表明游离氨基酸和粗纤维指标可以将鲜叶嫩度较好的浮梁红茶名优茶同鲜叶较老的大宗浮梁工夫红茶进行有效地区分。在第1、3主分量图中,F厂家的红茶样品均位于PC1的负向区域和PC3的正向区域;D厂家的红茶样品均位于PC1和PC3的负向区域;E厂家的红茶样品均位于PC1的正向区域。而A、B厂家的红茶样品主要分布PC1和PC3的正、负向两个区域。由表3的得分系数,结合红茶加工工艺分析,第3主分量上茶褐素的正分值最高,而通常红茶加工过程中发酵程度越重茶褐素含量越高^[14];第1主分量上茶黄素、茶红素的正分值较高,通常红茶加工过程发酵程度较轻时会有此表现^[15]。说明在一定程度上PC1和PC3可以判别红茶生产厂家发酵程度的轻重,进而可以作为不同生产厂家的判别因子,从数据分析来看F厂家发酵偏重,E厂家的发酵偏轻,这与感官审评品质的汤偏红或偏黄相吻合。

2.5 聚类分析

对20个浮梁红茶样本的7项生化成分进行系统聚类分析,采用欧式距离、类平均法为度量准则,得到聚类分析图3。当距离大于20时,样品可分为2类,其中2个大宗工夫红茶(Cg,Ag)为一类,18个不同等级的名优红茶聚为一类;当距离小于20时,可将20个浮梁红茶样本很好的分为3大类,其中2只大宗工夫红茶(Cg,Ag)仍为一类,E厂家、A厂家和部分B厂家生产的不同等级的名优红茶聚为一类;F厂家和D厂家与部分B厂家生产的不同等级的名优红茶聚为一类。由此可见,浮梁红茶的生化成分指标对于鲜叶原料老嫩差异较大的名优红茶和大宗工夫红茶的区分有较好指导意义,通过样本的生化成分含量的综合值可以将名优浮梁红茶和大宗浮梁工夫红茶成功区分。

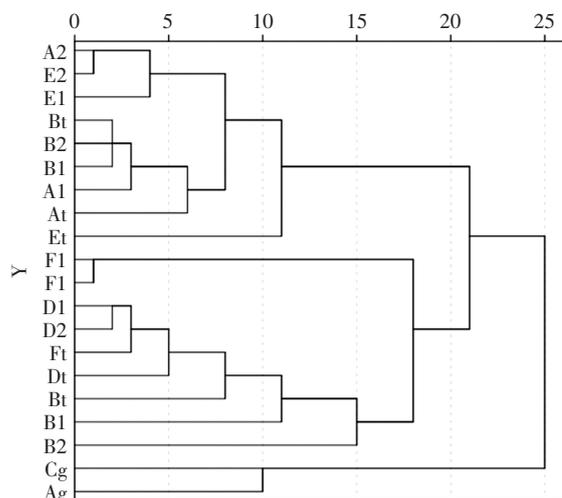


图3 20个浮梁红茶样品的聚类分析

Fig.3 Cluster dendrogram of 20 Fuliang black tea samples

3 结论与讨论

根据文献大量报道,生化成分是影响红茶品质的重要物质基础^[16-17]。红茶感官品质的形成与茶多酚、氨基酸、咖啡碱、可溶性糖、茶色素等物质的含量密切相关^[18]。本研究通过对浮梁红茶的主要生化成分进行检测,结果表明,20个浮梁红茶的水浸出物、茶多酚、游离氨基酸总量、茶黄素、茶红素、茶褐素6种物质的平均含量分别为41.64%、14.09%、3.87%、0.36%、3.37%、7.38%。说明浮梁红茶品质形成有较好的物质基础,只要科学掌握加工技术,生产的浮梁红茶一般均有较好的品质。通过查阅相关文献记载,对比国内其他中小叶种红茶产区的红茶产品品质^[9],浮梁红茶的水浸出物和游离氨基酸含量较高,具有明显的地域特色。

据浮梁红茶主要生化成分的主成分与聚类分析结果可以看出,7项生化成分都对浮梁名优红茶和大宗工夫红茶的区分起关键的作用。从主成分分析结果看,粗纤维和游离氨基酸总量对于原料老嫩差异较大的名优红茶和大宗工夫红茶的分类贡献较大,但不同等级浮梁名优红茶的区分不明显,这其中的原因可能是浮梁名优红茶原料的老嫩差异较小等原因所致,同时也可能受本研究样本量少,难以对其等级的进行成功划分影响。

茶黄素、茶红素和茶褐素含量高低及比例是红茶品质优劣的重要生化指标^[9],不同生产企业对红茶加工各工序的程度控制有一定差异,3种生化成分的含量也存在一定差异,本研究主成分分析结果也显示,3种生化成分含量及比例对区分不同生产企业有一定的参考作用。

参考文献:

- [1] 黄崇焘. “浮红”史考略[J]. 蚕桑茶叶通讯, 1987(4): 29-31
- [2] 倪艳翔. 浮梁红茶的挖掘与开发探讨[J]. 农业考古, 2014(5): 274-277
- [3] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中水分的测定:GB 5009.3-2016[S].北京:中国标准出版社,2016
- [4] 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 水浸出物测定:GB/T 8305-2013[S].北京:中国标准出版社,2013
- [5] 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 咖啡碱测定:GB/T 8312-2013[S].北京:中国标准出版社,2013
- [6] 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 游离氨基酸总量:GB/T 8314-2013[S].北京:中国标准出版社,2013
- [7] 国家市场监督管理总局, 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 8313-2018[S].北京:中国标准出版社,2018
- [8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中灰分的测定:GB 5009.4-2016[S].北京:中国标准出版社,2016
- [9] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003
- [10] 陈义, 郭红萍, 李玉霞. 信阳毛尖化学成分主成分分析与感官品质[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(17): 40-43
- [11] 金恩惠, 王耀民, 毛笑, 等. 基于主成分回归分析法的红茶审评评价模型构建[J]. 中国食品学报, 2016, 16(12): 235-239
- [12] 张丽, 刘文静, 刘腾飞, 等. 基于主成分分析法建立洞庭碧螺春质量评价模型[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(7): 15-22
- [13] 冉军舰, 孙华迪, 陈晓静, 等. 基于主成分与聚类分析的 35 个苹果品种多酚综合评价[J]. 食品工业科技, 2017, 38(8): 139-144, 155
- [14] 罗小梅, 邓慧群, 林国轩, 等. 桂香 22 号工夫红茶发酵过程中的品质变化[J]. 西南农业学报, 2015, 28(5): 2232-2235
- [15] 尹杰, 范仕胜, 宋勤飞, 等. 工夫红茶发酵过程中的品质变化[J]. 四川农业大学学报, 2012, 30(4): 415-418
- [16] 陈星, 赵雯俊. 8 种工夫红茶的色素含量、茶汤色差值与感官品质间的相关性探讨[J]. 江西农业学报, 2014, 26(5): 47-50, 54
- [17] 杨盛美, 李晓霞, 夏丽飞, 等. 红茶品质化学的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 41(3): 1213-1215
- [18] 李小娜. 工夫红茶风味感官品质与化学品质研究[D]. 重庆: 西南大学, 2015
- [19] 易晓芹, 周原也, 贺麟, 等. 不同产地红茶主要品质成分分析[J]. 茶叶通讯, 2017, 44(2): 30-33

收稿日期:2018-10-23

欢迎订阅 2020 年《食品研究与开发》

《食品研究与开发》是由天津市食品研究所有限公司和天津市食品工业生产力促进中心主办, 国内外公开发行的食品专业科技期刊, 1980 年创刊, 半月刊, 采用国际流行开本大 16 开。其专业突出, 内容丰富, 印刷精美, 是一本既有基础理论研究, 又包括实用技术的刊物。本刊已被“万方数据库”、“中文科技期刊数据库”、《乌利希期刊指南》、美国《化学文摘》、英国国际农业与生物科学研究中心(CABI)、英国《食品科技文摘》(FSTA)等知名媒体收录, 并被列入“中文核心期刊”、“中国科技核心期刊”、RCCSE 中国核心学术期刊(A)。主要栏目有: 基础研究、应用技术、检测分析、生物工程、专题论述、食品机械等。

本刊国内统一刊号 CN 12-1231/TS; 国际刊号 ISSN 1005-6521; 邮发代号: 6-197。全国各地邮局及本编辑部均可订阅。从本编辑部订阅全年刊物享八折优惠。2020 年定价: 30 元/册, 全年 720 元。

本编辑部常年办理邮购, 订阅办法如下:

(1) 邮局汇款。地址: 天津市静海区静海经济开发区南区科技路 9 号; 收款人: 《食品研究与开发》编辑部; 邮政编码: 301600。

(2) 银行汇款。开户银行: 工商银行静海支行, 行号: 102110000863。

账号: 0302095119300204171; 单位: 天津市食品研究所有限公司。

《食品研究与开发》编辑部

www.tjfrad.com.cn

E-mail: tjfood@vip.163.com

电话(传真): 022-59525671