

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1205.2022.07.26

基于电子鼻技术判别朵形毛峰的储存期和陈化度

王淑娟 孙秀娟

(山西应用科技学院 山西太原 030062)

摘要 文章采用 PEN3 电子鼻检测茶叶储存过程中茶汤气味指纹的变化数值,与感官技术相结合,并通过 SPSS 软件对这些数据进行主成分分析,以研究茶叶电子鼻气味指纹参数与储存期和陈化度的相关性。分析不同温度条件下朵形毛峰茶汤的电子鼻检测数据,均提取出两个主成分,35 ℃和 4 ℃条件下提取的第一主成分一致,为 S1、S2、S3、S5、S7、S9 传感器,并发现 S1、S3、S5 传感器对香气指纹的影响大于其他传感器;同时,在 35 ℃下储存,茶叶的陈化速度远远大于在室温或 4 ℃条件下的陈化速度。

关键词 朵形毛峰;电子鼻;储存;陈化

中图分类号:TS272.5

文献标识码:A

文章编号:2095-1205(2022)07-78-04

绿茶是我国最常饮用、产量和消费量最大的一类茶叶。在储存过程中,绿茶极易受温度、氧气、湿度、光线等外界环境条件影响,发生一定程度的自动氧化和其他反应,使茶叶产生陈气、陈味,失去原有的清香醇厚,品质下降^[1]。

茶叶的陈化与否,通常是由茶叶审评师来判断的,需要审评师具有丰富的茶叶知识和审评经验。然而,即便是拥有丰富经验的茶叶审评师,也会遇到感官灵敏度受到干扰的情况,例如刺激性食物、身体健康问题的干扰,以及由于环境、温度、精神状态、性别的不同而产生影响^[2],从而导致审评结果出现偏差。

电子鼻是一种由选择性的电化学传感器阵列和适当的识别装置组成的仪器,能识别简单和复杂的气味^[3]。此外,可以通过化学计量统计方法对茶叶的香气成分进行定量分析^[4]。目前,国内外除了通过电子鼻来区别不同的茶和不同的加工方法^[5],关于茶叶质量检测的报道很少。在一定程度上,模拟人的鼻子给出茶叶香气的整体评价结果和指纹信息是茶叶香气质量检测的热点和趋势^[6],能够更客观、直接地反映茶叶的质量。

利用 SPSS 软件能对电子鼻检测得到的数据进行统计分析,同时进行数据挖掘,其中主成分分析(PCA)^[7-10]是一种数据压缩和特征信息提取技术。

本试验使用德国 Airsense PEN3 型电子鼻研究不同储存温度下茶叶陈化的进程,并通过统计分析方法建立茶叶储存期及陈化度的相关模型,以方便快捷地预测茶叶的储存期和最佳品饮期。

1 材料与方 法

1.1 材 料

试验选用茶种包括舒城毛峰(购于舒城)、霍山黄芽(购于霍山大化坪)、黄山毛峰一号、黄山毛峰二号(购于黄山毛峰茶业集团有限公司)。

1.2 仪 器 与 设 备

试验中主要仪器设备包括 PEN3 电子鼻、霉菌培养箱、美菱冰箱(4 ℃)、电热鼓风干燥箱。

1.3 茶 叶 的 储 存 条 件

将新购买的茶叶放入 60 ℃的烘箱中,直到足够干燥,然后将茶叶均匀堆放并包装均匀。每袋 50 g,分别在 4 ℃、室温(25 ℃)和 35 ℃下储存。每隔一个月各储存温度下拿出一袋茶叶进行电子鼻检测。

1.4 电 子 鼻 供 试 样 品 的 制 备

参照国标 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》中的茶水比 1:50,取 1.5 g 茶叶,用 75 mL 100 ℃的蒸馏水冲泡 5 min。将泡好的茶汤倒入 500 mL 烧杯中,用双层保鲜膜覆盖密封,并在(25±0.5)℃的室温环境中静置 45 min。每袋茶叶样品重复 5 次^[11]。

1.5 气 味 指 纹 采 集 方 法

在茶叶储存过程中的 0 d、30 d、60 d、90 d、120 d 分别取样,对样品进行冲泡富集,使用电子鼻进行气味指纹的采集。电子鼻工作条件设置:传感器清洗 120 s、传感器归零时间 5 s、样品准备时间 5 s、进样时间 70 s、进样流量 400 mL/min^[11-12]。

1.6 数 据 处 理

首先使用 Microsoft Office Excel 2007 完成基本数据排序,然后运用 SPSS 18.0 来进行方差分析、主成分分析。

2 结 果 与 分 析

2.1 电 子 鼻 供 试 样 品 制 备 条 件 的 优 化

图 1 和表 1 是不同体积茶汤的电子鼻图谱及对应数据,由图 1 可以看出,不同体积茶汤的电子鼻的响应值是有明显差异的。已知电子鼻的 S7 传感器主要对硫化物气体敏感,S9 传感器主要对芳烃组分中的有机硫化物敏感,S2 传感器主要对氮氧化物敏感。图 1 中,250 mL 茶汤的 S2、S7 和 S9 传感器响应值显著高于 75 mL 茶汤,但 250 mL 茶汤的电子

基金项目:2021 年山西省艺术科学规划课题“基于‘健康中国 2030’背景下‘山西药茶’的茶旅模式研究”(2021A091)

作者简介:王淑娟(1990-),女,汉族,安徽安庆人,硕士研究生,讲师,研究方向为食品与健康。

鼻传感器响应曲线不稳定,波动较大,这主要是由于大容量茶汤放置一段时间后,顶空空间中的水蒸气造成的,与相关报道相符^[11]。亦有研究表明,添加一定量的硅胶有利于吸附水蒸气,但是硅胶在一定程度上会对香气有影响,所以本研究中未添加硅胶。

此外,测定温度一般要维持在 25 ℃ 室温,不同体积的茶汤从沸水降至室温所需的时间是不一致的,大体积

的茶汤(250 mL)需要的时间远远大于小体积的茶汤(75 mL),故从试验时间的安排上考虑,宜推荐小体积的茶汤进行试验。并且,由图 1 中可以看出,75 mL 的茶汤电子鼻的响应值强度较高,完全能达到检测的要求。因此,试验选择 1.5 g 茶样,用 75 mL 沸水冲泡 5 min,静置 45 min,待茶汤温度降为室温时检测。

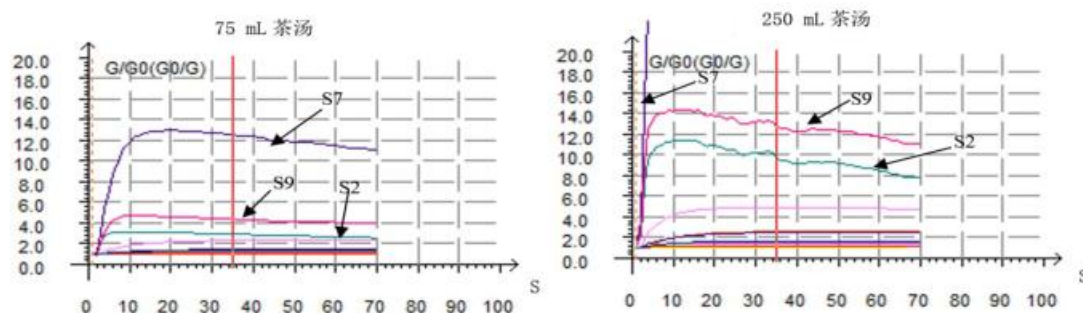


图 1 不同体积茶汤的电子鼻图谱

表 1 不同体积茶汤的电子鼻各传感器的响应值

茶汤体积	传感器阵列响应值 (G/G0 或 G0/G)									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
75 mL	1.215	2.913	1.076	1.070	1.033	2.342	12.488	1.455	4.368	1.327
250 mL	2.640	9.558	1.532	1.102	1.159	4.894	30.158	2.514	12.668	1.678

2.2 陈化前后茶样香气电子鼻图谱的变化

图 2 和表 2 是朵形茶样品中霍山黄芽在 35 ℃ 下储存 120 d 前后的电子鼻各传感器响应值的图谱及对应数据。从图 2 中可以看出,朵形毛峰在储存 120 d 后电子鼻各传感器的响应值均呈现下降的趋势,尤其 S7 传感器的响应

值下降趋势最明显,显示茶叶陈化过程中,茶叶香气里的含硫化合物变化剧烈。本试验拟通过电子鼻中 10 个传感器筛选出对茶叶陈化香气中因子影响最大的因素,以得到茶叶陈化香气与传感器之间的判别函数,从而可以运用新技术更客观、快捷地识别茶叶的陈化度及储存时间。

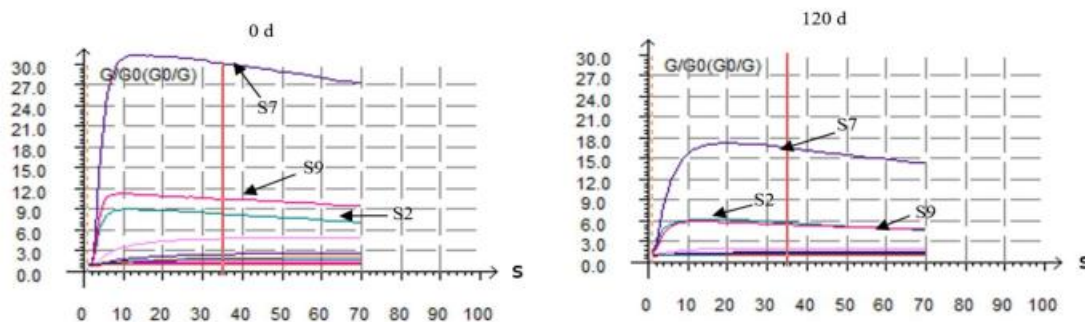


图 2 霍山黄芽 35 ℃ 储存 120 d 前后的电子鼻图谱

表 2 霍山黄芽 35 ℃ 储存 120 d 前后的电子鼻各传感器响应值

35 ℃ 下储存时间	传感器阵列响应值 (G/G0 或 G0/G)									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
0 d	2.019	8.334	1.302	1.114	1.082	4.785	30.035	2.520	10.516	1.726
120 d	1.375	5.737	1.167	1.062	1.052	2.106	16.546	1.528	5.460	1.260

2.3 主成分分析与因子提取

2.3.1 不同温度下朵形毛峰的 KMO 检验和 Bartlett 球形检验

KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 检验统计量是用来比较变量间简单相关系数和偏相关系数的指标, 主要用于多元统计的因子分析。Kaiser 给出了通用的 KMO 测量标准: 高于 0.9 表示非常合适, 0.8 表示合适, 0.7 表示一般, 0.6 表示不合适, 低于 0.5 表示极不合适。Bartlett 球形检验是一种

测试各种变量之间相关性的方法^[13,16]。

表 3 是不同温度条件下朵形毛峰的 KMO 检验和 Bartlett 球形检验结果, 从表中可以看出, 不同温度下的 KMO 值均大于 0.7, 表明该检查适用于因子分析; Bartlett 球形检验统计值的显著性概率为 0.000 (<0.01), 表明数据相关矩阵不是单位矩阵, 各项目之间存在差异, 相关分析还表明, 统计数据适用于因子分析。

表 3 不同温度下朵形毛峰的 KMO 检验和 Bartlett 球形检验

检验方法		温度		
		35 °C	室温	4 °C
Kaiser-Meyer-Olkin 和 Bartlett 的球形度检验	KMO	0.757	0.761	0.711
	近似卡方	54 037.692	65 841.134	61 504.730
	df	45	45	45
	Sig.	0.000	0.000	0.000

2.3.2 主成分分析

从统计学上讲, 累计方差贡献率大于 85%, 选择的新变量基本能反映原始变量的综合信息, 可以作为提取^[13-15], 即可作为抽提出来的主成分。表 4 的数据表明, 在 35 °C 条件下得到两个主成分, 累计方差贡献率达到 88.558%, 可作

为新变量来解释原始数据并进行分析判别; 在室温条件下得到两个主成分, 累计方差贡献率达到 84.482%, 大致符合统计要求; 在 4 °C 条件下同样得到两个主成分, 累计方差贡献率达到 86.223%, 可作为新变量来解释原始数据并进行分析判别。

表 4 不同储存温度下朵形毛峰的解释总方差

温度	成分	初始特征值			提取平方和载入			旋转平方和载入		
		合计	方差贡献率 /%	累计方差贡献率 /%	合计	方差贡献率 /%	累计方差贡献率 /%	合计	方差贡献率 /%	累计方差贡献率 /%
35 °C	1	6.576	65.762	65.762	6.576	65.762	65.762	4.557	45.570	45.570
	2	2.280	22.796	88.558	2.280	22.796	88.558	4.299	42.988	88.558
室温	1	6.789	67.885	67.885	6.789	67.885	67.885	4.646	46.459	46.459
	2	1.660	16.596	84.482	1.660	16.596	84.482	3.802	38.022	84.482
4 °C	1	5.285	52.853	52.853	5.285	52.853	52.853	4.786	47.858	47.858
	2	3.337	33.370	86.223	3.337	33.370	86.223	3.836	38.365	86.223

表 5 不同温度下朵形毛峰的旋转成分矩阵

传感器阵列	35 °C		传感器阵列	室温		传感器阵列	4 °C	
	第一主成分	第二主成分		第一主成分	第二主成分		第一主成分	第二主成分
S5	-0.933	0.071	S4	0.944	-0.009	S7	0.940	0.114
S3	-0.911	-0.296	S10	0.938	0.098	S3	-0.921	-0.203
S2	0.861	0.004	S8	0.884	0.423	S9	0.917	0.104
S9	0.813	0.463	S6	0.797	0.536	S5	-0.911	0.036
S7	0.787	0.518	S1	-0.691	-0.552	S2	0.760	-0.159
S1	-0.696	-0.588	S5	-0.651	-0.519	S1	-0.758	-0.493
S4	-0.048	0.960	S3	-0.635	-0.617	S10	0.027	0.971
S10	0.065	0.949	S9	0.210	0.944	S8	0.259	0.953
S6	0.389	0.886	S7	0.329	0.894	S6	0.263	0.920
S8	0.438	0.878	S2	0.052	0.826	S4	-0.306	0.897

注: 以上提取方法为主成分分析; 旋转法为具有 Kaiser 标准化的正交旋转法, 旋转在 3 次迭代后收敛。

(下转第 88 页)

有关部门切实推进基础设施建设;建设数字乡村,提升乡村居民的金融素养;加快乡村地区征信体系建设;鼓励提供多元化的金融服务。持续发挥数字普惠金融的减贫效应,促进永泰县经济社会健康发展。

参考文献

[1]福州市永泰县人民政府.喜迎党代会五年成就巡礼:巩固脱贫攻坚成果全面推进乡村振兴[EB/OL].(2021-07-28)[2022-

06-15].http://www.yongtai.gov.cn/xjwz/zwgk/zfxgkzdgz/fp/fpzcjlsqk/202107/t20210728_4151562.htm.

[2]郭峰,王靖一,王芳,等.测度中国数字普惠金融发展:指数编制与空间特征[J].*经济学*,2020,19(4):1401-1418.

[3]黄倩,李政,熊德平.数字普惠金融的减贫效应及其传导机制[J].*改革*,2019(11):90-101.

[4]胡丹凤.“互联网+”普惠金融在西部农村的可得性探析[J].*甘肃金融*,2018(2):51-53.

(上接第80页)

2.3.3 因子分析

因子分析是主成分分析的推广,其目的是选择每个主分量中载荷贡献率最高的因子来代表主成分,以便对原始数据进行处理。原始分量对各主成分的载荷贡献值越大,反映的原始信息就越全面,可以作为主成分因子来代替主分量^[16]。表5的数据表明,在35℃条件下,第一主成分分别为S1、S2、S3、S5、S7、S9传感器;在室温条件下,第一主成分分别为S1、S3、S4、S5、S6、S8、S10传感器;在4℃条件下,第一主成分分别为S1、S2、S3、S5、S7、S9传感器。可以看出35℃和4℃条件下提取的第一主成分一致,且S1、S3、S5传感器对香气指纹的影响大于其他传感器。

3 结论

试验选择1.5g茶样,用75mL沸水冲泡5min,放置45min,待茶汤温度降为室温时检测。本文利用SPSS 18.0分析不同温度条件下朵形毛峰茶汤的电子鼻检测结果,均提取出两个主成分。其中在35℃条件下,第一主成分分别为S1、S2、S3、S5、S7、S9传感器;在室温条件下,第一主成分分别为S1、S3、S4、S5、S6、S8、S10传感器;在4℃条件下,第一主成分分别为S1、S2、S3、S5、S7、S9传感器。从以上可以看出,35℃和4℃条件下提取的第一主成分一致,且S1、S3、S5传感器对香气指纹的影响大于其他传感器。

通过运用电子鼻技术对电子鼻气味指纹参数与茶叶储存期和陈化度的相关性进行分析研究,有利于借助新技术对茶叶的储存期和陈化度进行监控。

参考文献

[1]王泽农.茶叶理化审评[J].*茶叶*,1959(4):8.

[2]赵爱凤,于国锋,刘晓艳,等.电子鼻、电子舌在茶叶审评中的应用[J].*福建农机*,2007(3):23-26,7.

[3]赵梦醒,丁晓敏,曹荣,等.基于电子鼻技术的鲈鱼新鲜度评价[J].*食品科学*,2013,34(6):143-147.

[4]刘辉,牛智有.基于电子鼻的鱼粉中挥发性盐基氮检测模型比较[J].*农业工程学报*,2010,26(4):322-326.

[5]王文杰.茶叶品质识别技术研究进展[J].*中国茶叶加工*,2006(3):40-42.

[6]史波林,赵镭,汪厚银,等.智能感官分析技术在茶叶品质检测中的应用[J].*食品科学*,2009,30(19):351-355.

[7]梅长林,范金城.数据分析方法:第二版.[M].北京:高等教育出版社,2018.

[8]范金城,梅长林.数据分析[M].北京:科学出版社,2010.

[9]钟仪华,李榕.基于主成分分析的最小二乘支持向量机岩性识别方法[J].*测井技术*,2009,33(5):425-429.

[10]张国英,王娜娜,张润生,等.基于主成分分析的BP神经网络在岩性识别中的应用[J].*北京石油化工学院学报*,2008(3):43-46.

[11]于慧春.基于电子鼻技术的茶叶品质检测研究[D].杭州:浙江大学,2007.

[12]张胡彬,何健叶,王志耕,等.基于电子鼻的发酵香肠理化品质指标检测方法[J].*食品与发酵工业*,2014,40(7):205-211.

[13]张文彤,闫洁.SPSS统计分析基础教程[M].北京:高等教育出版社,2004.

[14]张明鸣,宁井铭,张正竹,等.化学成分结合统计分析鉴别不同产地绿茶的研究[J].*安徽农业大学学报*,2014,41(5):751-756.

[15]高静,王淑娟,刘思彤,等.基于电子鼻技术判别黄山毛峰的储存期和陈化度[J].*茶业通报*,2018,40(2):77-85.

[16]陈希镇.现代统计分析方法的理论和应用[M].北京:国防工业出版社,2016.