

不同萎凋工艺云南红茶的香气差异分析

任玲, 何姣姣, 李沅达, 吴婷, 鲁倩, 熊梦钊, 周红杰, 李亚莉*

(云南农业大学茶学院, 云南昆明 650201)

摘要: 该研究以云南大叶种鲜叶为材料, 运用感官审评和电子鼻技术对 7 种不同萎凋工艺云南红茶的香气特征和成分进行分析。电子鼻分析表明: 在主成分分析 (PCA) 中, 干茶香气总贡献率为 98.423%、茶汤香气总贡献率为 99.948%、叶底香气总贡献率为 99.948%, 且干茶香气较茶汤香气和叶底香气更能够较好地区分不同萎凋工艺的云南红茶; 在传感器区分贡献率分析 (Loadings) 中, W1S (甲基类)、W1C (芳香成分、苯类)、W2S (醇类、醛酮类) 和 W5S (氮氧化合物) 在红茶香气区分中起主要作用, 其可能是影响不同萎凋工艺制成云南红茶香气差异的主体成分。感官审评结果显示 WM7 [室内自然萎凋, 24 h, (17±2) °C, 相对湿度 70%±5%, 摊叶厚度 2 cm] 制作成的大叶种云南红茶, 汤色橙红明亮, 香气甜香浓郁, 滋味醇厚有花果香, 综合感官品质最好。

关键词: 云南红茶; 萎凋; 电子鼻; 香气

文章编号: 1673-9078(2023)03-257-261

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2023.3.0309

Analysis of the Aroma Differences of Yunnan Black Tea Subjected to Different Withering Processes

REN Ling, HE Jiaojiao, LI Yuanda, WU Ting, LU Qian, XIONG Mengfan, ZHOU Hongjie, LI Yali*

(College of Tea Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: In this study, the fresh leaves of the Yunnan large-leaf species were taken as the material, the aroma characteristics and components of Yunnan black teas subjected to seven different withering processes were analyzed by sensory evaluation and electronic nose technique. The electronic nose analysis showed that the total contribution rates were 98.423% for the dry tea aroma, 99.948% for the tea soup aroma, and 99.948% for the leaf base aroma in the principal component analysis (PCA), with the dry tea aroma being more useful for distinguishing Yunnan black teas subjected to different withering processes compared with the tea soup aroma and leaf base aroma. In the sensor differential contribution analysis (loadings analysis), W1S (methyl group), W1C (aromatic components, benzene), W2S (alcohols, aldehydes and ketones) and W5S (nitrogen oxides) played major roles in the aroma differentiation of black tea, and they may be the main components causing the aroma differences of Yunnan black teas subjected to different withering processes. The results of the sensory evaluation showed that the WM7 large-leaf Yunnan black tea (natural withering indoors, 24 h, 17 °C ± 2 °C, relative humidity 70% ± 5%, leaf thickness 2 cm) had the best overall sensory quality with an orange-red bright soup color, sweet and rich aroma, mellow taste and floral and fruit aromas.

Key words: Yunnan black tea; withering; e-nose; aroma

引文格式:

任玲,何姣姣,李沅达,等.不同萎凋工艺云南红茶的香气差异分析[J].现代食品科技,2023,39(3):257-261.

REN Ling, HE Jiaojiao, LI Yuanda, et al. Analysis of the aroma differences of yunnan black tea subjected to different withering processes [J]. Modern Food Science and Technology, 2023, 39(3): 257-261.

滇红是云南红茶的统称, 是我国第一个以大叶种为原料制成的红茶, 原产地在云南省临沧市凤庆县^[1]。

收稿日期: 2022-03-20

基金项目: 国家自然科学基金项目 (31460215); 云岭产业技术领军人才(发改委[2014]1782)

作者简介: 任玲 (1998-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 制茶工程与质量控制, Email: 3252472221@qq.com

通讯作者: 李亚莉 (1976-), 女, 博士, 教授, 研究方向: 茶叶加工与文化传播, Email: 595778901@qq.com

红茶加工的基本工序为萎凋、揉捻、发酵、干燥, 其每道工序都直接影响着红茶的最终品质。萎凋作为红茶加工的首道工序, 在滇红的加工工艺中显得尤为重要^[2,3]。目前红茶加工的主要萎凋方式有室内自然萎凋、冷冻萎凋、萎凋槽萎凋、萎凋机萎凋、超高压萎凋、日光萎凋、光源萎凋、做青萎凋以及复合萎凋等萎凋方式^[4]。萎凋方式直接关系到萎凋叶的质量, 在一定程度上, 萎凋工艺不同, 制茶品质亦不相同, 从而影响成品茶品质的优次^[5,6]。马伟等^[3]以云抗 10 号

为原料,采用三种不同的加工工艺制作红茶,研究表明萎凋方式为第一次萎凋、3次浪青、第二次萎凋加工的红茶感官品质最佳。张娅楠等^[7]通过设置三种不同萎凋程度,即萎凋叶含水量为66%、62%、58%来探究不同萎凋程度对夏暑红茶品质的影响,结果表明夏暑红茶在加工过程中以萎凋叶含水量66%(轻萎凋)、萎凋叶含水量62%(中萎凋)制作的红茶品质较好。

电子鼻是一种常用的香气检测技术,是一种模拟人类嗅觉的检测仪器,其可以用来识别简单或者复杂气味^[8-10]。电子鼻在食品领域应用非常广泛^[11],其中在茶叶中主要运用于品质等级^[12,13]、贮藏时间^[14]、品种工艺^[15]、产地差异^[14,16]、风味分析^[12-14,17]等方面。

本研究选取“佛香3号”大叶种为研究对象,通过不同萎凋因子参数设定,对成品工夫红茶样进行感官审评和电子鼻分析方法,对其香气差异进行判定分析,以期筛选出最适制滇红的萎凋工艺,为提高滇红茶品质提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

材料:2019年9月底在云南省大理博南山茶业有限公司茶叶生产基地以“佛香3号”同等嫩度的一芽二叶为标准进行鲜叶采摘。

设备: PEN3型电子鼻,安捷伦科技有限公司; DGG-9620A型电热恒温鼓风干燥箱,上海齐欣科学仪器有限公司; 20061110型数显电子天平,上海双捷实验设备有限公司; SFWL4.5-2型萎凋机,上海理通电器有限公司温岭公司; GM1362型温湿度记录仪,上海双捷实验设备有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 加工工艺

工夫红茶工艺流程:

鲜叶→不同萎凋模型(表1)→揉捻→发酵→干燥

表1 萎凋模型

Table 1 Withering model

萎凋方式	萎凋时间/h	萎凋温度/°C	萎凋方式	摊叶厚度/cm	设备	备注
WM1	3	28	持续鼓风	2	萎凋机	
WM2	5	23±2	每间隔1h加温送风20min	2	萎凋机	
WM3	12	17±2	每隔1h间断鼓风30min	2	萎凋机	
WM4	15	17~22	22°C鼓风萎凋2h, 17°C萎凋13h	2	萎凋机	复式萎凋
WM5	15	17~22	22°C日光萎凋2h, 17°C萎凋13h	2	萎凋机	
WM6	18	25	70%±5%	2	控温控湿设备	
WM7	24	17±2	70%±5%	2	室内	

1.2.2 红茶感官审评

参照 GB/T 23776-2018《茶叶感官审评方法》柱形杯审评法^[18],称取3g成品红茶置于审评杯中,注入150mL沸水,计时5min后迅速过滤茶汤,将叶底留于审评杯中。对工夫红茶的感官审评主要从外形、汤色、香气、滋味和叶底进行评审,对应权数分别为25%、10%、25%、30%、10%^[19]。

1.2.3 电子鼻检测

香气采集:在100mL锥形瓶中放入称取的1g成品红茶,用保鲜膜密封放置45min进行干茶香气检测;之后于锥形瓶中注入50mL沸水,用保鲜膜密封至自然降温进行茶汤香气检测;最后将茶汤倒掉,密封,进行叶底香气检测。为了减小误差,每个样品重复3次。

表2 PEN3的各传感器名称与性能描述

Table 2 PEN3 sensor name and performance description

序号	传感器名称	性能描述
S1	W1C	对芳香成分、苯类灵敏
S2	W5S	对氮氧化物很灵敏
S3	W3C	对芳香成分、氨类灵敏
S4	W6S	对氢化物灵敏
S5	W5C	对短链烷烃芳香成分灵敏
S6	W1S	对甲基类灵敏
S7	W1W	对硫化物灵敏
S8	W2S	对醇类、醛酮类灵敏
S9	W2W	对芳香成分、有机硫化物灵敏
S10	W3S	对长链烷烃灵敏

本实验提取十个传感器的特征值，各个传感器的名称与性能描述详见表 2。

1.3 数据处理

运用 PEN3 型电子鼻配套软件 WinMuster 的主成分分析 (PCA) 从上述香气采集方法中选取区分度较高的方法，再采用 SPASS 23.0 软件，对数据进行筛选，最后用负荷加载分析 (Loadings) 和线性判别分析 (LDA) 对茶样进行分析^[14,20,21]。

2 结果与讨论

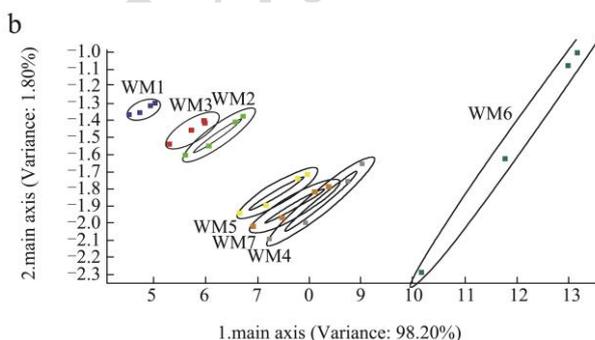
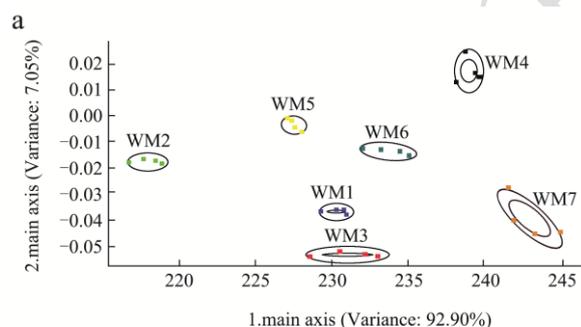
2.1 感官审评结果

表 3 不同萎凋工艺云南红茶感官审评结果

Table 3 Sensory evaluation results of Yunnan black tea in different withering processes

茶样名	外形 (25%)		汤色 (10%)		香气 (25%)		滋味 (30%)		叶底 (10%)		总分
	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	评语	得分	
WM1	条索壮结, 满披金毫	93	尚红尚亮	79	甜香浓	90	醇尚浓	75	肥嫩有芽	95	85.65
WM2	条索壮结, 满披金毫	93	尚红尚亮	85	香浓	82	醇浓	89	肥嫩有芽	95	88.45
WM3	条索壮结, 满披金毫	93	红明亮	95	高、有甜香	89	醇浓	89	肥嫩有芽	95	91.20
WM4	条索壮结, 满披金毫	93	橙红明亮	95	香浓	85	鲜醇较浓	92	肥嫩有芽	95	91.10
WM5	条索壮结, 满披金毫	93	橙红亮	90	纯正	79	醇尚浓	83	肥嫩有芽	95	86.40
WM6	条索壮结, 满披金毫	93	尚红欠亮	75	纯正	75	尚浓微苦	73	肥嫩有芽	95	80.90
WM7	条索壮结, 满披金毫	93	橙红明亮	95	甜香浓郁	95	鲜浓醇厚	95	肥嫩有芽	95	94.50

2.2 主成分分析 (PCA)



不同萎凋工艺云南红茶的感官审评结果如表 3 所示。由表 3 可知，7 个萎凋工艺制得的云南红茶感官审评分平均值为 88.31，WM1 香气品质较好但汤色与滋味品质较差；WM2 滋味醇厚但汤色较差；WM3 汤色红亮且有甜香，综合品质较好；WM4 汤色橙红、明亮滋味甘醇且有甜香，综合品质也较好；WM5 汤色橙红香气纯正滋味尚醇；WM6 汤色尚红欠亮香气纯正滋味微苦，综合品质较差；WM7，汤色橙红明亮，香气甜香浓郁，滋味醇厚有花果香，综合感官品质最好。由于萎凋工艺不同，导致制成的云南红茶的内含成分^[22]、芳香物质^[23-25]有所不同，从而形成不同类型的汤色、香气和滋味。

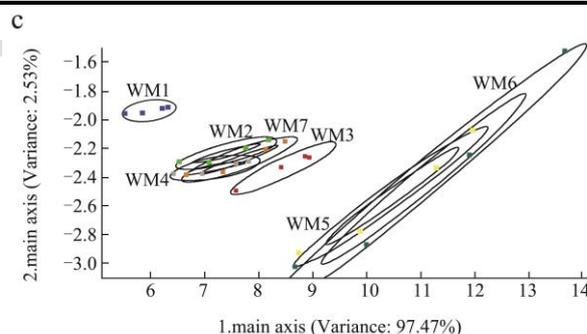


图 1 PCA 分析

Fig.1 PCA analysis

注：a 为干茶香气；b 为茶汤香气；c 为叶底香气。

图 1 表示不同萎凋工艺制成云南红茶的 PCA 分析图，在 Correlation-M 矩阵下，干茶香气第一主成分的贡献率为 90.46%，第二主成分的贡献率是 7.96%，总贡献率为 98.42%，干茶香气 PCA 分析结果显示，WM1、WM2、WM3、WM4、WM5、WM6、WM7 之间的香气差异较大。茶汤香气第一主成分的贡献率为 98.15%，第二主成分的贡献率是 1.80%，总贡献率为 99.95%，茶汤香气 PCA 分析结果显示，WM1、

WM6 与另外 5 个的香气差异较大, WM2 和 WM3, WM4、WM5 和 WM7 的香气比较接近。叶底香气第一主成分的贡献率为 97.42%, 第二主成分的贡献率是 2.53%, 总贡献率为 99.95%, 叶底香气 PCA 分析结果显示, WM2、WM4 和 WM7 的香气存在重叠部分, WM5 和 WM6 的香气也比较接近。可见, 电子鼻 PCA 分析干茶香气较茶汤香气和叶底香气能更好的区分开红茶茶样。有其他研究表明茶汤香气和叶底香气较干茶香气能更好将不同的红茶区分开, 这与本研究有所差异^[26,27]。

表 4 不同萎凋工艺云南红茶 PCA 分析的区分度 (干茶香气)

Table 4 Differentiation of PCA analysis of Yunnan black tea with different withering processes (dry tea method)

	WM1	WM2	WM3	WM4	WM5	WM6	WM7
WM1		0.99	0.97	0.99	0.97	0.90	0.97
WM2	0.99		0.97	0.99	0.98	0.98	0.99
WM3	0.97	0.97		0.97	0.96	0.91	0.94
WM4	0.99	0.99	0.97		0.99	0.95	0.93
WM5	0.97	0.98	0.96	0.99		0.93	0.98
WM6	0.90	0.98	0.91	0.95	0.93		0.93
WM7	0.97	0.99	0.94	0.93	0.98	0.93	

表 5 不同萎凋工艺云南红茶 PCA 分析的区分度 (茶汤香气)

Table 5 Differentiation of PCA analysis of Yunnan black tea with different withering processes (tea soup method)

	WM1	WM2	WM3	WM4	WM5	WM6	WM7
WM1		0.83	0.81	0.93	0.93	0.95	0.93
WM2	0.83		0.34	0.77	0.66	0.91	0.73
WM3	0.81	0.34		0.86	0.83	0.93	0.85
WM4	0.93	0.77	0.86		0.33	0.78	0.14
WM5	0.93	0.66	0.83	0.33		0.86	0.13
WM6	0.95	0.91	0.93	0.78	0.86		0.83
WM7	0.93	0.73	0.85	0.14	0.13	0.83	

表 6 不同萎凋工艺云南红茶 PCA 分析的区分度 (叶底香气)

Table 6 Differentiation of PCA analysis of Yunnan black tea with different withering processes (brewed leaf method)

	WM1	WM2	WM3	WM4	WM5	WM6	WM7
WM1		0.70	0.90	0.71	0.87	0.80	0.73
WM2	0.70		0.46	0.04	0.72	0.64	0.05
WM3	0.90	0.46		0.58	0.54	0.47	0.30
WM4	0.71	0.04	0.58		0.75	0.66	0.12
WM5	0.87	0.72	0.54	0.75		0.03	0.67
WM6	0.80	0.64	0.47	0.66	0.03		0.59
WM7	0.73	0.05	0.30	0.12	0.67	0.59	

表 4、5、6 中的数值越接近 1, 代表两者之间的区分度越大, 区分越明显。由表可知, 干茶香气中不同萎

凋工艺云南红茶的区分度中, 最小的为 0.90, 其余均大于 0.90; 茶汤香气中不同萎凋工艺云南红茶的区分度中, 最小的为 0.13, 其中 WM2 与 WM3, WM4 与 WM5, WM4 与 WM7, WM5 与 WM7 的区分度均小于 0.40; 叶底香气中不同萎凋工艺云南红茶的区分度中, 最小的为 0.03, WM2 与 WM4, WM2 与 WM7, WM5 与 WM6 的区分度均小于 0.10。说明不同萎凋工艺云南红茶能很好地区分开, 并且干茶香气的区分最为明显。

2.4 传感器区别贡献率分析法 (Loadings)

Loadings 分析, 反映的是不同传感器在红茶香气的区分中贡献的大小, 一般通过传感器在图中的位置来判断。由图 3 可知, W1S、W1C、W5S、W2S 传感器对第一主成分贡献率较大, 其中 W1S 传感器的贡献率最大; W5S 传感器对第二主成分贡献率最大, 其次是 W1C。W5C、W3C、W6S、W1W、W3S、W2W 传感器负载较低, 表明其对茶叶香气成分敏感度较低。Loadings 分析表明在不同萎凋工艺制成红茶干茶香气区分中甲基类、芳香成分、苯类、氮氧化物、醇类、醛酮类对区分贡献有主要作用, 这与前人^[24-26]研究结果一致。

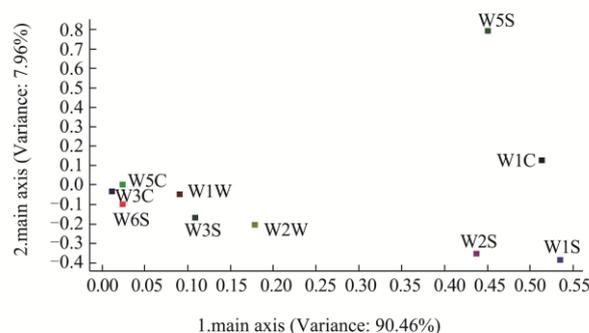


图 3 不同萎凋工艺制成红茶干茶香气成分 Loadings 分析
Fig.3 Loadings analysis of aroma components of dried black tea made by different withering processes

2.5 线性判别式分析 (LDA)

LDA 与 PCA 作用类似, 但其优于 PCA 更侧重于同一类别的空间分布状态和距离的精度。由图 4 知, 在 LDA 分析下, 第一主成分的贡献率为 76.59%, 第二主成分的贡献率为 11.63%, 总贡献率为 88.23%很好的显示出了不同萎凋工艺红茶香气的差异。7 个茶样之间均相距较远, 并未有重叠部分, 这与 PCA 分析干茶香气结果一致, 表明不同萎凋工艺制成红茶干茶香气的差异较大, 说明电子鼻在区分不同萎凋工艺制成红茶干茶香气中具有可行性。

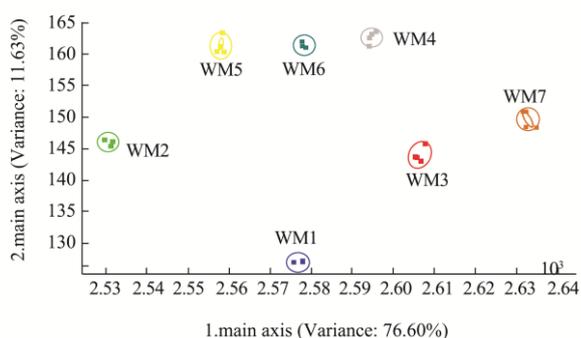


图4 不同萎凋工艺制成红茶干茶香气成分 LDA 分析

Fig.4 LDA analysis of aroma components of dried black tea made by different withering processes

3 结论

通过对7种不同萎凋工艺云南红茶的电子鼻鉴别与感官审评分析表明,电子鼻技术能够有效区分7种不同萎凋工艺云南红茶,干茶香气PCA分析主成分总贡献率为98.42%,且干茶香气较茶汤香气和叶底香气更能够较好地地区分不同萎凋工艺的云南红茶;Loadings分析表明甲基类、芳香成分、苯类、氮氧化合物、醇类、醛酮类对红茶香气贡献较大。LDA分析线性判别函数第一主成分和第二主成分的总贡献率为88.23%,可以很好地将不同萎凋工艺云南红茶区分开。感官审评结果显示WM7(室内自然萎凋,24 h, (17±2)℃, 70%±5%,摊叶厚度2 cm)制作成的云南红茶综合感官品质最好。

参考文献

- [1] 张成仁.滇红工夫茶的品质特征及加工技术[J].中国茶叶加工,2018,4:58-62.
- [2] 王绍梅,宋文明.滇红工夫茶初制技术[J].福建茶叶,2013,35(2):29-31.
- [3] 马伟,夏丽飞,宋维希,等.不同加工工艺对云抗10号红茶品质的影响[J].西南农业学报,2017,30(12):2693-2697.
- [4] 姜兴旭,李玉娇,王晓,等.夏秋茶萎凋新技术研究进展[J].现代食品,2018,7:184-187.
- [5] 黄华林,乔小燕,李波,等.萎凋方式对黄化英红九号红茶品质的影响[J].食品与机械,2018,34(10):26-30,66.
- [6] 刘亚峰,赵玉香,杨秀芳,等.基于通径分析的不同萎凋程度的浙江红茶化学成分与感官品质关系研究[J].食品安全质量检测学报,2016,7(11):4614-4619.
- [7] 张娅楠,缪有成,欧伊伶,等.萎凋程度对夏暑红茶滋味香气的影响[J].食品科技,2019,44(1):85-90.
- [8] 常美苗.茶香气电子鼻系统中气敏传感器阵列筛选方法研究[D].杭州:浙江大学,2019.
- [9] 邹光宇.基于电子鼻和电子舌技术的茶叶品质检测研究[D].郑州:河南农业大学,2019.
- [10] 马会杰,蒋宾,潘玉兰,等.电子鼻对不同产地名优绿茶和红茶香气特征的判别研究[J].食品科技,2019,44(1):336-344.
- [11] 李丽霞,王宝怡,李晓晗,等.藜麦茶研发及香气电子鼻分析[J].食品研究与开发,2021,42(22):110-116.
- [12] 罗美玲,田洪敏,杨雪梅,等.电子鼻技术对普洱熟茶香气判别的研究[J].西南大学学报(自然科学版),2018,40(8):16-24.
- [13] 李雪春.电子鼻与GC-MS技术分析贵州凤冈有机茶香气成分的对比研究[C]//2009全国中药创新与研究论坛学术论文集.中华中医药学会中药制剂分会:中华中医药学会,2009:410-416.
- [14] 何鲁南,赵苗苗,蔡昌敏,等.电子鼻技术对不同贮藏地的普洱茶香气分析[J].西南农业学报,2018,31(4):717-724.
- [15] 刘学艳,王娟,彭云,等.基于电子鼻与GC-IMS技术云南昌宁红茶香气研究[J].茶叶通讯,2021,48(1):80-89.
- [16] 王淑燕,赵峰,饶耿慧,等.基于电子鼻和ATD-GC-MS技术分析茉莉花茶香气成分的产地差异[J].食品工业科技,2021,42(15):234-239.
- [17] 王舒婷,曲凤凤,张新富,等.基于电子鼻技术的白茶毫香研究[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2020,37(4):258-263.
- [18] GB/T 23776-2018,茶叶感官审评方法[S].
- [19] 舒心,高彦祥.茶叶挥发性成分提取及其香气特征分析研究进展[J].食品工业科技,2022,43(15):469-480.
- [20] 罗冬兰,邵勇,巴良杰,等.贵州四种名优茶叶的电子鼻鉴别与香气成分分析[J].保鲜与加工,2020,20(3):183-190.
- [21] 赵苗苗,杨如兵,吕才有.基于电子鼻及GC-MS技术对临沧晒青毛茶香气成分的对比研究[J].中国农学通报,2018,34(2):113-122.
- [22] 单治国,张春花,单露君,等.萎凋方式对云南红茶内含物含量的影响[J].热带农业工程,2022,46(1):21-23.
- [23] 孟慧,王登良,罗晶晶,等.不同光质萎凋对金观音红茶香气组分的影响[J].食品安全质量检测学报,2019,10(13):4234-4241.
- [24] 王秋霜,凌彩金,乔小燕,等.萎凋及发酵时间对广东丹霞红茶香气及品质的影响[J].茶叶科学,2019,39(3):342-354.
- [25] 孙云南,许燕,夏丽飞,等.不同萎凋处理对“云抗10号”红茶香气成分的影响[J].西南农业学报,2019,32(5):1039-1044.
- [26] 何鲁南,李果,杨立云,等.电子鼻技术与感官审评对凤庆滇红茶香气的相关性分析[J].茶叶通讯,2020,47(2):237-247.
- [27] 李晓晗,陈慧敏,王宝怡,等.电子鼻评价不同萎凋工艺对红茶香气的影响[J].茶叶通讯,2020,47(1):102-106.