

毛建茶茶汤色差与感官品质的相关性分析

王腾飞¹, 裴淑芳¹, 杨佳丽¹, 霍梅俊^{2*}

(¹山西农业大学食品科学与工程学院 山西晋中 030801

²山西农业大学规划合作部 山西晋中 030801)

摘要 目的:通过统计分析建立一种可靠、准确和客观评价毛建茶茶叶品质的方法。方法:测定并分析毛建茶茶样的色差值、吸光度值、水浸出物含量与茶汤感官审评评分之间的相关性和线性回归关系。结果:毛建茶感官评分与明暗度表征量 L 值存在显著正相关关系,与红绿色度表征量 a 值和黄蓝色度表征量 b 值存在显著负相关关系,并与色差衍生值 Cab 和色差 ΔE 呈显著正相关关系。因此,可用色差参数 L 、 a 、 b 、 Cab 和 ΔE 来反映毛建茶品质。感官审评总分(Y_1)与明亮度 $L(X_1)$ 、色度 $a(X_2)$ 和色度 $b(X_3)$ 间的线性关系为 $Y_1=24.93+6.78X_1-66.55X_2-21.35X_3$ ($P<0.05, R^2=0.62$)。毛建茶茶汤吸光度值与各项感官评分项目存在极显著正相关关系,吸光度值(Y_2)与外观(X_1)、香气(X_2)、汤色(X_3)、滋味(X_4)、叶底(X_5)、总分(X_6)间的线性关系为 $Y_2=-0.008-5.43\times 10^{-5}X_1+7.33\times 10^{-5}X_2+0.001X_3+0.001X_5-0.001X_6$ ($P<0.01, R^2=0.96$)。毛建茶水浸出物含量与各项感官评分项目存在极显著正相关关系,水浸出物含量(Y_3)与外观(X_1)、香气(X_2)、汤色(X_3)、滋味(X_4)、叶底(X_5)和总分(X_6)间的线性关系为 $Y_3=-0.036+6.21\times 10^{-5}X_1+0.002X_2+0.005X_3-4.61\times 10^{-5}X_4-0.003X_5+0.001X_6$ ($P<0.05, R^2=0.87$)。结论:本研究建立了一种毛建茶品质的评价方法,为代用茶的生产 and 加工提供借鉴。

关键词 毛建茶; 色差值; 感官品质; 相关性

文章编号 1009-7848(2024)03-0298-08 **DOI**: 10.16429/j.1009-7848.2024.03.030

感官审评是衡量茶叶品质的重要途径,直接表现了人的各种感官器官对茶叶滋味品质的综合反应^[1]。茶叶感官审评主要由内在品质(茶叶香气、汤色、滋味和叶底)和外在于品质(茶叶外形、嫩度、茶叶色泽及匀度)两个方面组成^[2-3]。虽然茶叶品质感官审评法有较长的发展历史、相对规范的步骤和检测方法,但是仍存在评价指标体系不完善,评价结果受环境影响大等问题^[4-6]。由于茶叶市场存在多变性,茶叶审评过程中的干扰因素多,都直接影响茶叶审评结果的准确性^[7-9],因此建立一种信息化的方法进行客观评价很有必要。

色差分析法是基于亨特-Lab 表色系,以标准 C 光源和 1~4°小视场来测定颜色的 3 个色差分量 L 、 a 、 b ^[10-11]。茶汤色差与感官品质的相关性研究多

关注茶褐素与色差的关系、茶黄素与品质的关系,最终通过分析各组色差值与茶褐素、茶黄素的相关性和线性回归方程来评价预测茶叶质量^[12-13]。王璟等^[14]通过分析色差值与感官审评黄茶外观色泽,建立色泽评分与外观审评评分之间的关系函数,为黄茶色泽研究提供一定的理论参考。

茶汤的吸光度值和水浸出物含量也可对茶叶感官评价提供重要参考。水浸出物含量对茶叶品质有着至关重要的作用,是茶叶在沸水中可溶性成分的总称,其含量高、低反映茶汤浓度的高、低和滋味的强、弱,余浩等^[15]研究不同冲泡条件对绿茶水浸出物含量与感官品质的影响,发现茶汤浓度越高,茶水浸出物含量越高,可通过水浸出物含量来评价茶叶质量。

毛建草 (*Dracocephalum rupestre* Hance),属于唇形科青兰属草本植物,经萎凋、蒸青、揉捻、发酵、干燥等一系列加工工艺制成毛建茶^[16]。目前关于毛建茶的研究主要集中在功能性成分分离、抗氧化活性及干预高脂血症等方面^[17-19],在茶汤色差与感官品质的相关性研究方面,仅有针对绿茶、红茶和黑茶品种的研究^[11,20-23],对代用茶的相关性研究报道较少。基于此,本文通过分析毛建茶茶汤色

收稿日期: 2023-03-02

基金项目: 促进与加拿大、澳大利亚、新西兰及拉美地区科研合作与高层次人才培养项目(留金美[2022]1007号);山西省基础研究计划青年科学研究项目(20210302124514);山西省回国留学人员科研资助项目(2023-091);山西省高等学校哲学社会科学项目(2019W038)

第一作者: 王腾飞,男,博士,副教授

通信作者: 霍梅俊 E-mail: meijunhuo@163.com

差值、吸光度值、水浸出物含量和感官审评分数间的相关性关系及线性回归方程,将汤色、外观、滋味等感官评价指标以数据化的形式表现出来,为毛建茶质量标准化提供数据参考,为评价毛建茶品质提供一种稳定、可靠、客观的数据化评判方法。

1 材料与方法

1.1 材料

毛建茶,由山西农业大学食品科学与工程学院提供。

1.2 仪器与设备

CM-5型色差仪,柯尼卡美能达控股有限公司;V-1200型可见分光光度计,上海美谱达仪器

有限公司;PR224ZH/E型电子天平,奥豪斯仪器(常州)有限公司;FW 200A型高速万能粉碎机,北京科伟永兴仪器有限公司;HG101-3A型电热恒温干燥箱,南京盈鑫实验仪器有限公司;YR-PTB型循环水真空泵,上海亚荣生化仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 毛建茶茶汤品质的感官审评 按照 GB/T 23776-2018 茶叶感官审评方法,将茶叶审评评语和各品质因素评分表稍作修改,见表 1^[24-25]。先观察外观,取 3.0 g 茶样放于审茶杯中,注满沸水,加盖冲泡 5 min;按照观汤色,闻香气,品滋味,最后倒掉茶汤取剩余茶渣对叶底进行评分的顺序审评。以 10 个评茶员评分的平均值,作为每个茶样感官审评的最终得分。

表 1 感官评定标准

Table 1 Sensory evaluation criteria

评定项目	评审标准	评分
外观(20%)	无异物,嫩度好,茶叶颗粒饱满,无残缺,色泽鲜亮	80~100
	嫩度较好,茶叶颗粒有残缺,茶叶碎末比较少	60~79
	有杂质,嫩度稍低,茶叶颗粒残缺较多且茶叶碎末也比较多,色泽较差	60分以下
汤色(10%)	茶汤澄清透亮	80~100
	茶汤比较澄清透亮,杯底稍有浑浊	60~79
	茶汤汤色比较暗沉,浑浊物或沉淀明显	60分以下
香气(10%)	拥有品种特有的香气,鲜锐持久,给人一种舒服的感觉	80~100
	香气比较纯正,但是不够浓郁,香气持久度不够	60~79
	有杂味,香气不纯正,带有一些令人不愉快的刺激性不良气味	60分以下
滋味(50%)	醇正爽口,入口有回甘,鲜爽	80~100
	不够醇厚,且出现淡淡苦涩味,较鲜爽	60~79
	平淡,有苦涩味,稍有粗糙刺舌感	60分以下
叶底(10%)	匀齐,柔软匀整,有标准的茶叶品种色泽	80~100
	较匀齐,茶叶色泽有偏差,硬度适中	60~79
	欠匀齐,尚嫩,茶叶色泽偏差较大,硬度较大	60分以下

1.3.2 茶汤色差值的测定 随机称取 3.0 g 茶样于审评杯→注满沸水加盖冲泡(5 min)→滤出茶汤(快速冷却至室温)→色差仪校准→色差值测定。

采集数据前对色差仪进行校准,同一组样品校准一次,使用标准黑板进行 0 校准,标准白板进行 100%校准^[26]。每个茶汤样品进行平行 3 次测量。采用色差仪测定记录 L 值、 a 值、 b 值, L 、 a 、 b 分别为立体色空间的 X 、 Y 、 Z 轴,再通过 L 、 a 、 b 计

算其衍生值 ΔE (色差)、 b/a (色相)、 Cab (色条彩度)、 Hab (色相角)与 Sab (色调饱和度),表达式及含义如下表所示。

1.3.3 吸光度值的测定 参考刘亚芹等^[29]测定祁门红茶吸光度值的方法并适度修改,称取 5.0 g 茶叶样品分别置于两只 250 mL 烧杯中,加入沸水 125 mL,加盖冲泡 5 min 后,沥出茶汤,将两杯茶汤并入一只 500 mL 烧杯中,混匀茶汤后取 5 mL 至 25 mL 容量瓶中,加入 1 mL 95%乙醇,然后加

表2 色差值计算公式及含义

Table 2 Formulas for calculating color difference and their meanings

名称	表达式	含义
ΔE	$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$	总色差值 ^[27] ,可衡量图像色差水平,其值越低品质越好
b/a	b/a	指某些不同波长的光的混合后,呈现的不同的色彩表象
Cab	$Cab = \sqrt{a^2 + b^2}$	指色彩的鲜艳程度,值越高色彩饱和度越高 ^[28]
Hab	$Hab = \tan^{-1}(b/a)$	指颜色的外观,是颜色基本属性,其数值的变化反映了光波频率的变化
Sab	$Sab = Cab/L$	由该颜色中含色成分和消色成分(灰色)的比例决定,含色成分越大,其值越大

蒸馏水定容至刻度摇匀,以蒸馏水作对照,460 nm 波长下测定吸光值。

1.3.4 水浸出物含量的测定 参考 GB/T 8305-2002 茶水浸出物测定^[30],取适量毛建茶茶样,用粉碎机磨碎少量试样,弃去,再磨碎其余部分。称取 2 g 粉碎试样于 500 mL 锥形瓶中,加入 300 mL 沸水,立即进行沸水浸提(45 min)。浸提完毕后立即趁热减压过滤。用沸蒸馏水数次洗涤茶渣后,将茶渣及滤纸移入(120±2)℃的恒温干燥箱内干燥 1 h,冷却 1 h 后再干燥 1 h,冷却至室温后称重。茶叶中水浸出物含量以干态质量分数(%)表示,计算公式为:

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

式中: m_0 ——试样质量,g; m_1 ——干燥后的茶

渣质量,g; ω ——试样干物质含量,%。

1.3.5 数据处理 计算茶汤样品色差指标、吸光度值和水浸出物含量的平均值(每次冲泡进行 3 次重复测量),进行后续分析。使用 SPSS 软件对试验数据进行相关性和线性回归分析。相关系数 r 的绝对值在(0,0.1)区间表示无相关,(0.1,0.3)区间表示弱相关,(0.3,0.5)区间表示中度相关,(0.5,1)区间表示强相关^[31]。

2 结果与分析

2.1 茶汤感官审评

各审评人员按百分制给出每个毛建茶茶样汤色品质的评分值,以 10 个评茶员评分的平均值,作为每个茶样汤色品质的最终得分值,审评结果如表 3 所示。

表3 茶汤感官审评结果

Table 3 Results of sensory evaluation of tea soups

项目	外观(20%)	香气(10%)	汤色(10%)	滋味(50%)	叶底(10%)	总分
审评分值/分	70.30 ± 6.73	82.20 ± 4.15	78.90 ± 1.52	70.20 ± 8.49	76.90 ± 3.96	72.99 ± 5.64

2.2 毛建茶茶汤色差测定与感官审评结果相关性分析

2.2.1 相关性分析 毛建茶茶汤色差与感官审评相关性研究表明,明度 L 值与毛建茶样品的香气($r=0.76, P<0.05$)和滋味($r=0.76, P<0.05$)呈显著正相关,与外观($r=0.94, P<0.01$)、汤色($r=0.85, P<0.01$)和叶底($r=0.89, P<0.01$)呈极显著正相关(表 5),说明毛建茶茶汤 L 值越大,其感官评分越高。毛建茶茶汤红绿色度 a 值与外观($r=-0.76, P<0.05$)、香气($r=-0.76, P<0.05$)、汤色($r=-0.74, P<0.05$)和总分($r=-0.81, P<0.05$)呈显著负相关,与滋味($r=-0.86, P<0.01$)和叶底($r=-0.81, P<0.01$)呈

极显著负相关,说明毛建茶茶汤越绿,其滋味、叶底等感官审评得分也越高。毛建茶茶汤黄蓝色度 b 值与外观($r=-0.64, P<0.05$)、滋味($r=-0.69, P<0.05$)和总分($r=-0.69, P<0.05$)呈显著负相关,与汤色($r=-0.79, P<0.01$)和叶底($r=-0.77, P<0.01$)呈极显著负相关,说明毛建茶茶汤色差+ b 值越小,茶汤黄色的程度越小,感官审评得分越高。同时色差衍生指标,色条彩度 Cab 和色差 ΔE 也与毛建茶叶外观、香气、汤色、滋味、叶底和总分存在显著或极显著正相关关系,色调饱和度 Sab 与滋味呈显著正相关。

表4 毛建茶色差指标与感官审评结果的相关系数

相关系数	外观	香气	汤色	滋味	叶底
<i>L</i>	0.94**	0.76*	0.85**	0.76*	0.89**
<i>a</i>	-0.76*	-0.76*	-0.74*	-0.86**	-0.81**
<i>b</i>	-0.64*	-0.66*	-0.79**	-0.69*	-0.77**
<i>b/a</i>	0.19	0.22	0.40	0.16	0.31
Cab	0.73*	0.75*	0.83**	0.81**	0.85**
Hab	-0.17	-0.22	-0.39	-0.17	-0.30
Sab	0.37	0.57	0.53	0.64*	0.56
ΔE	0.94**	0.76*	0.83**	0.76*	0.90**

注:*表示在置信度(双侧)为0.05时相关性达显著水平;**表示在置信度(双侧)为0.01时相关性达极显著水平。

2.2.2 线性回归分析 在毛建茶茶汤色差值与感官审评分间建立线性关系,用参数 x 代表感官审评总分,用参数 $Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8$ 分别

代表色差值 $L, a, b, b/a, Cab, Hab, Sab, \Delta E$, 得出 Y 对 X 的线性回归关系和拟合优度,如表5所示。

表5 线性回归分析结果

Table 5 Regression analysis results

色差值	回归方程	拟合优度 R^2
<i>L</i>	$Y_1=0.0332X+0.8259$	0.63
<i>a</i>	$Y_2=-0.0055X+0.1129$	0.66
<i>b</i>	$Y_3=0.0092X-0.9955$	0.72
<i>b/a</i>	$Y_4=0.0055X+0.7297$	0.03
Cab	$Y_5=0.0095X-0.2562$	0.63
Hab	$Y_6=-0.0071X+0.9985$	0.04
Sab	$Y_7=0.0018X+0.0002$	0.36
ΔE	$Y_8=0.0301X-1.5633$	0.60

由相关分析结果可知,茶汤的 L 值、 a 值、 b 值、Cab 和 ΔE 与茶汤感官审评总分之间有比较高的拟合优度,均在 0.60~0.72 范围内,这说明毛建茶茶汤的色差值对审评毛建茶品质有一定的参考作用。而且从表5可以看出,黄蓝色度 b 值与审评分数的拟合优度 R^2 最高,说明在一定程度上,可以用茶汤的 b 值来预测茶汤品质准确性更佳。

2.3 各色差值之间及色差值与感官审评总分相关性分析

如表6所示,毛建茶茶汤感官审评总分与明亮度 $L(r=0.77, P<0.01)$ 、色条彩度 Cab($r=0.79, P<0.01$)和色差值 $\Delta E(r=0.77, P<0.01)$ 呈极显著正相关,与色度 a 值($r=0.81, P<0.05$)和色度 b 值($r=0.69, P<0.05$)呈显著负相关,表明毛建茶茶汤的 L 值越大, a 负值和 b 负值越大,其感官评分也越高。

在所有色差值之间进行相关性分析,由表中可以看出大部分茶汤色差值之间存在极显著或显著性相关关系,说明色差值之间存在一定的冗余信息。对感官审评总分(Y_1)与明亮度 $L(X_1)$ 、色度 $A(X_2)$ 和色度 $B(X_3)$ 进行线性回归分析,结果显示其回归关系为: $Y_1=24.93+6.78X_1-66.55X_2-21.35X_3$ ($P<0.05$),该方程对评感官审评分数的影响作用为 61.9%,一定程度上可以用色差值来预测毛建茶的品质。

2.4 茶汤的吸光度与感官审评分数相关性分析

结果如表7所示,毛建茶茶汤吸光度值与茶叶各审评项目间及感官审评总分间均存在极显著正相关关系,说明茶汤吸光度值越大,茶叶感官审评得分越高。通过统计学分析,对吸光度值(Y_2)与外观(X_1)、香气(X_2)、汤色(X_3)、滋味(X_4)、叶底

(X_5)和总分(X_6)进行线性回归分析结果显示其回归关系为: $Y_2=-0.008-5.43\times 10^{-5}X_1+7.33\times 10^{-5}X_2+0.001X_3+0.001X_5-0.001X_6(P<0.01)$,该方程对吸光

度值的影响作用为95.5%,表明线性相关性非常强,很大程度上可以用色差值来预测毛建茶的品质。

表6 各色差值之间及色差值与感官审评总分之间的相关系数

Table 6 Correlation coefficients between color differences and total sensory evaluation scores

相关系数	总分	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b/a</i>	Cab	Hab	Sab
<i>L</i>	0.77**							
<i>a</i>	-0.81*	-0.96**						
<i>b</i>	-0.69*	-0.96**	0.91**					
<i>b/a</i>	0.18	0.145	0.05	-0.74*				
Cab	0.79**	0.70*	-0.83**	-0.96**	0.51			
Hab	-0.19	-0.12	-0.4	0.74*	-0.99**	-0.51		
Sab	0.60	0.28	-0.64*	-0.84**	0.52	0.86**	-0.54	
ΔE	0.77**	0.99**	-0.76*	-0.58	0.10	0.69*	-0.09	0.26

注:*表示在置信度(双侧)为0.05时相关性达显著水平;**表示在置信度(双侧)为0.01时相关性达极显著水平。

表7 毛建茶茶汤的吸光度值与感官审评总分的相关系数

Table 7 Correlation coefficient between absorbance value of DRH soup and total score of sensory evaluation

相关系数	外观	香气	汤色	滋味	叶底	总分
吸光度值	0.96**	0.93**	0.92**	0.86**	0.97**	0.85**

注:**表示在置信度(双侧)为0.01时相关性达极显著水平。

2.5 毛建茶茶汤的水浸出物与感官审评分数相关性分析

毛建茶水浸出物含量为 (0.325 ± 0.025) g/100 mL,结果如表8所示,毛建茶茶汤水浸出物含量与茶叶各审评项目间及感官审评总分间均存在极显著正相关关系,说明茶叶水浸出物含量越高,茶叶感官评分越高。通过统计学分析,对水浸出物含

量(Y_3)与外观(X_1)、香气(X_2)、汤色(X_3)、滋味(X_4)、叶底(X_5)和总分(X_6)进行线性回归分析结果显示其回归关系为: $Y_3=-0.036+6.21\times 10^{-5}X_1+0.002X_2+0.005X_3-4.61\times 10^{-5}X_4-0.003X_5+0.001X_6(P<0.05)$,该方程对水浸出物含量的影响作用为86.9%,很大程度上可以用水浸出物含量来预测毛建茶的品质。

表8 毛建茶水浸出物含量与感官审评分数相关系数

Table 8 Correlation coefficient between water extract content and sensory evaluation score of DRH

相关系数	外观	香气	汤色	滋味	叶底	总分
水浸出物	0.88**	0.91**	0.88**	0.82**	0.89**	0.79**

注:**表示在置信度(双侧)为0.01时相关性达极显著水平。

2.6 毛建茶茶汤的色差值、吸光度值与水浸出物含量之间的相关性分析

结果如表9所示,毛建茶茶汤的色差值*L*、*a*、*b*、Cab、 ΔE 与吸光度值、水浸出物含量两两之间存在显著或极显著关系,比较色度*b*值、吸光度值、水浸出物含量与感官审评总分的相关系数,分别

为0.72,0.81,0.79,可以得出,吸光度值与茶叶感官审评分数相关系数最高,故用吸光度值评判茶叶感官品质更为准确,但三者相关系数均大于0.5,在实际应用中,选取一种简单易行的方法评判即可。

表9 毛建茶茶汤的色差值、吸光度值与水浸出物含量的相关系数

Table 9 Correlation coefficients between color difference, absorbance and water extract content of DRH soup

相关系数	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>b/a</i>	Cab	Hab	Sab	ΔE	吸光度值
吸光度值	0.89**	-0.80**	-0.81**	0.37	0.87**	-0.36	0.59	0.88**	
水浸出物含量	0.75*	-0.81**	-0.79**	0.34	0.87**	-0.33	0.71*	0.74*	0.95**

注:*表示在置信度(双侧)为0.05时相关性达显著水平;**表示在置信度(双侧)为0.01时相关性达极显著水平。

3 结论

本研究以毛建茶为研究对象,基于色差值、吸光度值和水浸出物含量,分析与感官审评分数之间的相关性关系及线性回归关系,结果表明,色差值、吸光度值和水浸出物含量与感官审评分数之间存在显著或极显著关系,建立的线性方程拟合优度 R^2 均大于0.5,因此可通过茶汤理化性质的测定来评价茶叶品质。综上所述,本研究提供了一种快速、准确的毛建茶品质的量化评价方法,对进一步探索毛建茶品质的调控、提升和加工具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 王近近,袁海波,滑金杰,等.足火工艺参数对工夫红茶热风干燥特性和品质的影响[J].农业工程学报,2020,36(10):287-296.
WANG J J, YUAN H B, HUA J J, et al. Effects of second-drying process parameters on the hot-air drying characteristics and quality of congou black tea[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2020, 36(10): 287-296.
- [2] 梁爽,傅燕青,汪芳,等.夏季鲜叶工夫红茶适制性研究[J].中国食品学报,2022,22(4):163-176.
LIANG S, FU Y Q, WANG F, et al. Studies on the suitability of summer fresh tea leaves for the production of Congou Black Tea[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2022, 22(4): 163-176.
- [3] 滑金杰,王华杰,王近近,等.采用PLS-DA分析毛火方式对工夫红茶品质的影响[J].农业工程学报,2020,36(8):260-270.
HUA J J, WANG H J, WANG J J, et al. Influences of first-drying methods on the quality of Congou black tea using partial least squares-discrimination analysis[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2020, 36(8): 260-270.
- [4] WANG C, LI J, WU X J, et al. Pu-erh tea unique aroma: Volatile components, evaluation methods and metabolic mechanism of key odor-active compounds[J]. Trends in Food Science & Technology, 2022, 124: 25-37.
- [5] ZUO Y M, TAN G H, XIANG D, et al. Development of a novel green tea quality roadmap and the complex sensory-associated characteristics exploration using rapid near-infrared spectroscopy technology[J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2021, 258(2): e119847.
- [6] DENG S J, ZHANG G, ALUKO O O, et al. Bitter and astringent substances in green tea: Composition, human perception mechanisms, evaluation methods and factors influencing their formation[J]. Food Research International, 2022, 157: e111262.
- [7] CHEN J Y, YANG Y Q, DENG Y L, et al. Aroma quality evaluation of Dianhong black tea infusions by the combination of rapid gas phase electronic nose and multivariate statistical analysis[J]. LWT-Food Science and Technology, 2022, 153: e112496.
- [8] 谈峰,胥伟,唐瑛蔓,等.藏茶设备渥堆工艺优化与品质分析[J].中国食品学报,2021,21(8):235-244.
TAN F, XU W, TANG Y M, et al. Optimization of pile process and quality analysis of Tibetan tea equipment[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2021, 21(8): 235-244.
- [9] LI L Q, WANG Y J, JIN S S, et al. Evaluation of black tea by using smartphone imaging coupled with micro-near-infrared spectrometer[J]. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2021, 246: e118991.
- [10] 毛雅琳,汪芳,尹军峰,等.不同茶树品种碾茶的品质分析[J].茶叶科学,2020,40(6):782-794.
MAO Y L, WANG F, YIN J F, et al. Quality analysis of tencha made from different tea cultivars

- [J]. Journal of Tea Science, 2020, 40(6): 782-794.
- [11] 王家勤, 姚月凤, 袁海波, 等. 基于色差系统的工夫红茶茶汤亮度的量化评价方法研究[J]. 茶叶科学, 2020, 40(2): 259-268.
- WANG J Q, YAO Y F, YUAN H B, et al. A Quantitative method for brightness evaluation of Congou Black Tea infusions based on color difference analysis[J]. Journal of Tea Science, 2020, 40(2): 259-268.
- [12] MEI S, YU Z Z, CHEN J H, et al. The physiology of postharvest tea (*Camellia sinensis*) leaves, according to metabolic phenotypes and gene expression analysis[J]. Molecules, 2022, 27(5): e1708.
- [13] GHARIBZAHEDI S M T, BARBA F J, ZHOU J J, et al. Electronic sensor technologies in monitoring quality of tea: A review[J]. Biosensors-basel, 2022, 12(5): e356.
- [14] 王璟, 高静, 刘思彤, 等. 基于色差系统的黄茶外观色泽评价模型构建及其关键物质基础分析[J]. 食品科学, 2017, 38(17): 145-150.
- WANG J, GAO J, LIU S T, et al. Establishment of an evaluation model for color of yellow tea based on color difference and analysis of key pigments[J]. Food Science, 2017, 38(17): 145-150.
- [15] 余浩, 唐敏, 黄升谋. 冲泡条件对绿茶水浸出物含量及感官品质的影响研究[J]. 绿色科技, 2016(24): 137-140.
- YU H, TANG M, HUANG S M, et al. Effect of brewing condition on water extracts and sensory quality of tea [J]. Journal of Green Science and Technology, 2016(24): 137-140.
- [16] 王腾飞, 赵颖, 王志华, 等. 毛建草袋泡茶的研究[J]. 食品工业, 2020, 41(2): 118-122.
- WANG T F, ZHAO Y, WANG Z H, et al. The research of *Dracocephalum rupestre* Hance tea bag [J]. The Food Industry, 2020, 41(2): 118-122.
- [17] HAN X Z, REN D M, FAN P H, et al. Protective effects of naringenin-7-O-glucoside on doxorubicin-induced apoptosis in H9C2 cells[J]. European Journal of Pharmacology, 2008, 581(1/2): 47-53.
- [18] ZHU C S, LIU K, WANG J L, et al. Antioxidant activities and hepatoprotective potential of *Dracocephalum rupestre* Hance extract against CCl₄ - induced hepatotoxicity in Kunming mice[J]. Journal of Food Biochemistry, 2017, 42(2): e12484.
- [19] HAN X Z, PAN J H, REN D M, et al. Naringenin-7-O-glucoside protects against doxorubicin-induced toxicity in H9c2 cardiomyocytes by induction of endogenous antioxidant enzymes[J]. Food & Chemical Toxicology, 2008, 46(9): 3140-3146.
- [20] ZOU Y, MA W J, TANG Q A, et al. A high-precision method evaluating color quality of Sichuan Dark Tea based on colorimeter combined with multi-layer perceptron[J]. Journal of Food Process Engineering, 2020, 43(8): e13444.
- [21] SINIJA V R, MISHRA H N. Fuzzy analysis of sensory data for quality evaluation and ranking of instant green tea powder and granules[J]. Food & Bioprocess Technology, 2011, 4(3): 408-416.
- [22] ZHANG S F, YANG Y Q, CHENG X F, et al. Prediction of suitable brewing cuppages of Dahongpao tea based on chemical composition, liquor colour and sensory quality in different brewing [J]. Scientific Reports, 2020, 10(1): e945.
- [23] CAO Q Q, WANG F, WANG J Q, et al. Effects of brewing water on the sensory attributes and physicochemical properties of tea infusions[J]. Food Chemistry, 2021, 364(2): e130235.
- [24] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会. 茶叶感官审评方法: GB/T 23776-2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018: 1-8.
- State General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine, National Standardization Administration. Sensory evaluation method of tea: GB/T 23776-2018[S]. Beijing: Standards Press of China, 2018: 1-8.
- [25] 张颖彬, 刘翔, 鲁成银. 中国茶叶感官审评术语基本元素研究与风味轮构建[J]. 茶叶科学, 2019, 39(4): 474-483.
- ZHANG Y B, LIU X, LU C Y. Study on primitive morpheme in sensory terminology and flavor wheel construction of Chinese tea[J]. Journal of Tea Science, 2019, 39(4): 474-483.
- [26] 刘千录. 影响红茶汤色的主要色素研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2015.
- LIU Q L. Research of main tea pigment affecting black tea color[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2015.
- [27] YEAGER S E, BATALI M E, LIM L X, et al. Roast level and brew temperature significantly affect the color of brewed coffee[J]. Journal of Food Science, 2022, 87(4): 1837-1850.

- [28] 李运奎, 韩富亮, 张予林, 等. 基于 CIELAB 色空间的红葡萄酒颜色直观表征[J]. 农业机械学报, 2017, 48(6): 296-301.
LI Y K, HAN F L, ZHANG Y L, et al. Visualization for representation of red wine color based on CIELAB color space[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2017, 48(6): 296-301.
- [29] 刘亚芹, 王辉, 杨霁虹, 等. 基于滋味成分变化的祁门红茶发酵程度差异研究[J]. 茶叶通讯, 2022, 49(2): 193-201.
LIU Y Q, WANG H, YANG J H, et al. Research on the difference of the fermentation degree of Keemun Black Tea based on the changes of taste components[J]. Journal of Tea Communication, 2022, 49(2): 193-201.
- [30] 国家质量监督检验检疫总局, 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: 1-2.
State General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine, National Standardization Administration. Tea-Determination of water extracts content: GB/T 8305-2013[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013: 1-2.

Correlation Analysis between Color Difference and Sensory Quality of *Dracocephalum rupestre* Hance Tea Soup

Wang Tengfei¹, Pei Shufang¹, Yang Jiali¹, Huo Meijun^{2*}

¹College of Food Science and Engineering, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, Shanxi

²Department of Planning Cooperation, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, Shanxi

Abstract Objective: To establish a reliable, accurate, and objective method for evaluating the quality of *Dracocephalum rupestre* Hance tea (DRH) through statistical analysis. Methods: The correlation and linear regression relationship between the color difference value, absorbance value, water extract content of DRH samples, and sensory evaluation scores of tea soup were determined and analyzed. Results: There is a significant positive correlation between the sensory evaluation score of DRH and the *L* value of lightness and darkness. There is a significant negative correlation between the value of the red-greenness indicator *a* and the yellow-blueness indicator *b* value. And there is a significant positive correlation between the color difference derivative value Cab and color difference ΔE . Therefore, it can be used to reflect the quality of DRH that the color difference parameters *L*, *a*, *b*, Cab, and ΔE . There was a linear relationship between the total score of sensory evaluation (Y_1) and brightness *L* (X_1), chroma *a* (X_2), and chroma *b* (X_3). The established prediction equation was $Y_1=24.93+6.78X_1-66.55X_2-21.35X_3$ ($P<0.05, R^2=0.62$). There was a very significant positive correlation between the absorbance value of DRH soup and various sensory scoring items. There was a linear relationship between the absorbance value (Y_2) and appearance (X_1), aroma (X_2), soup color (X_3), taste (X_4), leaf bottom (X_5), and the total score (X_6). The linear equation was $Y_2=-0.008-5.43\times 10^{-5}X_1+7.33\times 10^{-5}X_2+0.001X_3+0.001X_5-0.001X_6$ ($P<0.01, R^2=0.96$). There was a very significant positive correlation between the content of DRH extract and various sensory scoring items. Water extract content (Y_3), appearance (X_1), aroma (X_2), soup color (X_3), taste (X_4), leaf bottom (X_5), and the total score (X_6) were selected. The established prediction equation was $Y_3=-0.036+6.21\times 10^{-5}X_1+0.002X_2+0.005X_3-4.61\times 10^{-5}X_4-0.003X_5+0.001X_6$ ($P<0.05, R^2=0.87$). Conclusion: This study established an evaluation method for the quality of Maojian tea, which provided the reference for the production and processing of herbal tea.

Keywords *Dracocephalum rupestre* Hance tea; color difference parameter; sensory quality; the correlation