

云南不同植烟区域硃砂烟叶外观质量和理化特性比较研究

陈敬悦¹, 何彬¹, 高宪辉¹, 周渭皓¹, 杨林明², 刘天彦², 张海¹, 刘磊¹

(1. 云南省烟草烟叶公司, 云南昆明 650218; 2. 云南省烟草公司曲靖市公司, 云南曲靖 655000)

摘要:为探究云南植烟区域对烤后硃砂烟叶质量的影响,运用统计性描述、主成分分析和聚类分析探讨了不同植烟区域硃砂烟叶外观质量和理化特性差异。结果表明,硃砂烟中部烟叶颜色和色度、上部烟叶外观质量指标受植烟区域的影响较大;中上部烟叶平衡含水率相对稳定,但叶面密度波动较大,其变异系数 CV 值分别为 17.05% 和 20.52%;植烟区域对中上部烟叶化学成分也有较大影响,尤其是烟碱、新烟碱、假木贼碱和氯含量差异较大,其 CV 值高达 32.89%~97.29%;主成分和聚类分析发现,滇中植烟区中上部外观质量、中部理化特性与其它烟区存在明显差异,表明滇中植烟区的中部硃砂烟叶具有明显区域特色。

关键词:硃砂烟叶;外观质量;理化特性;主成分分析;种植区域

中图分类号:S572 文献标识码:A 文章编号:0488-5368(2024)05-0011-09

Difference of Appearance Quality and Physicochemical Properties of Cherry-red Tobacco Leaves from Different Planting Regions in Yunnan

CHEN Jingyue¹, HE Bin¹, GAO Xianhui¹, ZHOU Weihao¹, YANG Linming²,
LIU Tianyan², ZHANG Hai¹, LIU Lei¹

(1. Yunnan Tobacco Leaf Company, Kunming, Yunnan 650218, China;

2. Qujing Company of Yunnan Provincial Tobacco Corporation, Qujing, Yunnan 655000, China)

Abstract: To explore the effects of various tobacco planting regions on the quality of cherry-red tobacco leaves in Yunnan, the differences in appearance quality and physicochemical properties were analyzed by statistical description, principal component analysis and cluster analysis in different tobacco planting regions. The results showed that the planting regions were involved huge influences on the color and color intensity of medium leaves and the appearance of upper leaves. The equilibrium moisture content of middle and upper tobacco leaves was relatively stable, but the leaf density fluctuated greatly, and the coefficient of variation (CV) was 17.05% and 20.52%, respectively. The planting regions also affect the chemical property of upper and middle leaves greatly, with the greatest impact on the contents of nicotine, neonicotinoid, pseudopyrine and chlorine, and the CV was up to 32.89%~97.29%. The results of principal component and cluster analysis showed that the appearance quality of middle and upper leaves and physicochemical properties of middle leaves in central Yunnan were significantly different from those in other planting regions, indicating that cherry-red tobacco leaves in central Yunnan had obvious regional characteristics.

Key words: Cherry-red tobacco; Appearance quality; Physical and chemical characteristics; Principal component analysis; Planting regions

收稿日期:2023-02-06 修回日期:2023-04-10

基金项目:中国烟草总公司云南省公司重点科技项目(2021530000241011)。

第一作者简介:陈敬悦(1995-),女,硕士研究生,助理工程师,主要研究方向为初烟配方和烟草化学。

通信作者:刘磊。

硃砂烟是田间种植过程中由普通烟草自然突变形成的,成熟烟叶经初烤后呈硃砂斑纹且风味独特,因其成樱桃红,国外学者也称其为“樱桃红烟”^[1~3]。硃砂烟在烟草烤制过程中,能将烟叶中大部分尼古丁转化为降烟碱,这一变化与红色物质的出现有关^[4]。其特殊的“糯米香”可以用来改变香烟的风味^[5],因而受到研究人员和卷烟工业的持续关注。

烟叶作为工业生产卷烟的主要来源,其品质对后期卷烟质量至关重要。烟叶外观质量主要包含颜色、成熟度、油份、身份等,是内在质量的外部反映,有研究表明烟叶外观质量总分与感官舒适性指标中的甜润、清晰、流畅、圆润等具有极显著正相关性^[6]。烟叶常规化学成分一般包括烟碱、还原糖、总糖、总氮、钾和氯等,众多研究学者通过各指标含量相关性分析和均一化后,利用综合指标评价方式,指出这些常规化学成分与烟叶质量有显著相关性^[7,8]。填充值和抗张强度等物理特性在复烤和卷烟加工环节也会明显影响打叶质量、烟丝配方和烟气成分及含量^[9,10]。

不同区域烤烟栽培,由于产区土壤、气候、农艺操作管理方式等差异,会引起相同品种烟叶外观特征和内在化学性质差异,进而影响卷烟原料的使用价值^[11~13]。焦天雷等^[14]对曲靖“硃砂烟”进行化

学成分分析,发现曲靖地区“硃砂”烟叶化学成分具有明显特征,但检测过程也发现有 2 个样品为非“硃砂”烟叶,表明其性质不稳定。目前,有关常规品种及不同等级烟叶外观及理化性质区域差异研究较多^[13,15],但针对不同植烟区域硃砂烟烤后烟叶质量的差异研究鲜有报道。因此,本文主要探究云南典型烟区硃砂烟叶外观质量和内在理化性质差异,旨在为不同区域硃砂烟的生产种植、调制和工业生产应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 烟叶样品来源

烤烟品种:硃砂 2 号。

样品来源:烤后中上部硃砂烟烟叶样品,取自曲靖市(QJ)、昆明市(KM)、玉溪市(YX)、红河州(HH)、楚雄州(CX)、保山市(BS)烟区,生产年份为 2021 年。曲靖样品分别取自陆良县、宣威市、马龙区和师宗县;昆明样品取自石林县;玉溪样品取自澄江市;红河州样品取自弥勒市、个旧市和建水县;楚雄州样品取自楚雄市、永仁县和双柏县;保山市样品取自隆阳区、施甸县、腾冲市、龙陵县和昌宁县。植烟州市质量指标以各县样品指标平均值为代表。不同植烟区域基本生态条件详见表 1。

表 1 不同植烟区域基本生态条件

地点	年降水量 /mm	月最低气温 /℃	月最高气温 /℃	海拔 /m	北纬	东经
曲靖陆良	1 190	15.5	24.2	1 850	24°44'~25°18'	103°23'~104°02'
曲靖宣威	955	15.0	24.3	2 070	25°53'~26°44'	103°35'~104°40'
曲靖马龙	1 322	14.3	24.0	1 860	25°08'~25°37'	103°16'~103°45'
曲靖师宗	850	14.8	24.0	1 830	24°20'~25°00'	103°42'~104°34'
昆明石林	786	16.8	26.7	1 920	24°30'~25°0'	103°9'~103°40'
玉溪澄江	1 182	21.0	28.5	1 730	24°29'~24°55'	102°47'~103°04'
红河弥勒	895	18.0	28.2	1 450	23°50'~24°39'	103°04'~103°49'
红河个旧	1 138	16.8	22.7	1 770	23°01'~23°36'	102°54'~103°25'
红河建水	768	19.2	27.2	1 450	23°12'~24°10'	102°37'~103°11'
楚雄市	515	17.5	26.5	1 910	24°30'~25°15'	100°35'~101°48'
楚雄永仁	850	18.0	28.7	1 570	25°51'~26°30'	101°14'~101°49'
楚雄双柏	541	16.2	24.2	1 460	24°13'~24°55'	101°03'~102°02'
保山隆阳	1 351	17.5	25.8	1 700	24°46'~25°38'	98°43'~99°26'
保山施甸	789	18.2	27.3	1 740	24°16'~24°59'	98°54'~99°22'
保山腾冲	736	15.2	24.2	1 620	24°38'~25°52'	98°05'~98°45'
保山龙陵	973	16.3	23.8	1 830	24°07'~24°50'	98°25'~99°11'
保山昌宁	469	15.2	25.2	1 270	20°14'~25°12'	99°16'~100°12'

1.2 方法

1.2.1 外观质量评价 烟叶外观质量评价指标包含颜色、成熟度、油份、身份、叶片结构、色度,其评价方法参考 Q/WY·JS-J·JJ01-2013《烟叶原料质量风格特色评价方法》。

1.2.2 物理特性测定 烤后中上部烟叶物理指标测定包含叶长、叶宽、单叶重、含梗率、叶片厚度、叶面密度、单位叶面积质量、平衡含水率、拉力、抗张强度和填充值。所有样品在测试前放置于温度 22℃、湿度 60% 的恒温恒湿箱中平衡 48h。叶长和叶宽使用皮尺测定,单叶重用分析天平测定。含梗率为烟叶主脉质量占烟叶质量的百分数。叶片厚度采用厚度仪测定每片烟叶叶尖、叶中和叶基的厚度。叶面密度取烟叶叶尖、叶中和叶基,于 100℃ 烘 2 h,冷却称重,计算叶面密度。随机抽取烟叶切丝,平衡 7 d 后,于 100℃ 烘 2 h,冷却称重,计算平衡含水率。随机抽取不含主脉的烟叶裁剪,采用拉力仪测定拉力。烟叶切丝使用填充值测定仪,测定烟丝的填充值^[16]。

1.2.3 常规化学成分测定 将每个试验样品混合均匀后于 45℃ 烘箱干燥 2h,粉碎过 60 目筛(孔径:0.25 mm),参照烟草行业标准 YC/T 159-2019、YC/T 468-2013、YC/T 162-2011、YC/T 161-2002、YC/T 173-2003,用连续流动分析仪测定样品的总糖、还原糖、总植物碱、氯离子、总氮和钾离子含量。

1.2.4 数据处理 利用 Excel 进行数据计算和统计,化学成分可用性指数(Chemical components usability index, CCUI)数值均一化计算,利用 SPSS 进行主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)和相关性分析;烤烟外观质量评价以及各指标权重参考《中国烟叶种植区划》,颜色、成熟度、油份、身份、叶片结构、色度权重指标依次为 0.3、0.25、0.1、0.12、0.15、0.08,获得综合指数评

价烤烟外观质量状况;选择烟碱、还原糖、总糖、总氮、氯离子和钾离子含量以及钾氯比、氮碱比、糖碱比等 9 项指标作为烤烟化学成分综合评价指标,参照前期研究成果的试验评价方法^[17],对烟叶化学成分指标进行综合评价,获得 CCUI 值。

2 结果与分析

2.1 烟叶外观指标分析

由表 2 可知,各地区烤后中部烟叶颜色、成熟度、油分、身份、叶片结构和色度均值分别为 8.65、10、8.47、8.35、9.94 和 6.59 分。各外观指标变异系数在 0~19.39% 之间,其中成熟度和叶片结构指标变动幅度较小,而颜色和色度指标波动较大,表明其颜色和色度受植烟区域的影响较大。各指标经权重量化后总分最低为 8.46 分,最高为 9.74 分,皮尔逊相关性达到极显著($r=0.889$, $p<0.01$),这说明通过量化总分可以较好地评价烤后硃砂烟中部烟叶外观,为客观区别不同烟区硃砂烟中部烟叶提供参考。保山中上部硃砂烟叶外观指标量化得分整体较高,分值为 8.90~9.74 分,但波动较大,而曲靖和红河地区硃砂烟中部烟叶外观指标得分变化幅度小,说明曲靖、红河地区的硃砂烟外观质量相对较稳定。

由表 3 可知,不同于中部烟叶,烤后上部烟叶外观指标除成熟度外,其他指标变异幅度均超 10%,油分、身份和叶片结构变幅明显增大,表明硃砂烟上部烟叶外观质量受不同产区影响较大。颜色和色度指标也反应出不同栽培区域对上部烟叶指标影响较大,这可能是受不同区域土壤养分水平影响^[18]。各指标经权重量化后累积总分与原有总分皮尔逊相关性不显著($r=0.234$),且同产区,相比中部烟叶量化分值,上部烟叶分值变化幅度较小。

表 2 烤后中部硃砂烟叶外观质量指标分值统计

样品	颜色	成熟度	油分	身份	叶片结构	色度	总分	量化总分
QJZ	8	10	9	8.75	10	6	52	8.83
KMZ	8	10	9	8	10	7	52	8.82
YXZ	8	10	9	8	10	5	50	8.66
HHZ	8	10	8	8	10	8	51	8.67
CXZ	9	10	8	9	10	6	52	8.95
BSZ	10	10	8	8	10	7	53	9.33
平均	8.65	10	8.47	8.35	9.94	6.59	52	8.96
标偏	1.06	0	0.80	1.00	0.24	1.28	2.57	0.40
CV/%	12.23	0	9.44	11.93	2.44	19.39	4.95	4.44

表 3 烤后上部硃砂烟叶外观质量指标分值统计

样品	颜色	成熟度	油分	身份	叶片结构	色度	总分	量化总分
QJS	8	10	8.5	9	8.25	7	50.75	8.81
KMS	8	10	7	10	10	7	52	8.76
YXS	8	10	8	9	10	6	51	8.80
HHS	7	10	8	8	9	9	52	8.64
CXS	9	10	8	8	9	7	52	8.89
BSS	10	10	8	8	8	8	51	8.79
平均	8.47	10	8.06	8.41	8.76	7.53	51.24	8.79
标偏	1.12	0	0.90	1.18	1.15	1.12	2.25	0.29
CV/%	13.28	0	11.16	13.98	13.09	14.94	4.39	3.35

利用主成分分析法可较好地探究不同产地烟叶复烤后的质量特征分布^[19]。进一步采用主成分分析对云产硃砂烟叶外观质量进行评价(图 1),中部烟叶第一、二、三、四主成分贡献率分别为 33.9%、29.1%、16.4%、12.5%,累积贡献率为 91.9%,表明 4 个主成分构成能反应变量的大部分信息。因子载荷分析表明,身份和色度对第一主成分因子影响较大,而油份和颜色对第二主成分因子影响较多。上部烟叶外观指标第一、二、三主成分

贡献率分别为 43.4%、25.1%、14.1%,累积贡献率为 82.6%,表明其 3 个主成分构成即能反应变量的大部分信息。分析因子载荷发现,身份和叶片结构对第一主成分起主要作用,色度和油份对第二主成分起主要作用。对于烤后硃砂中部和上部烟叶而言,通过外观指标,保山烟叶上部烟叶聚集效果较好与其它地区烟叶有一定区分,来自玉溪、曲靖、昆明,以及一部分楚雄和红河的中部和上部烟叶能聚集在一起,较好地与其它地区烟叶区分。

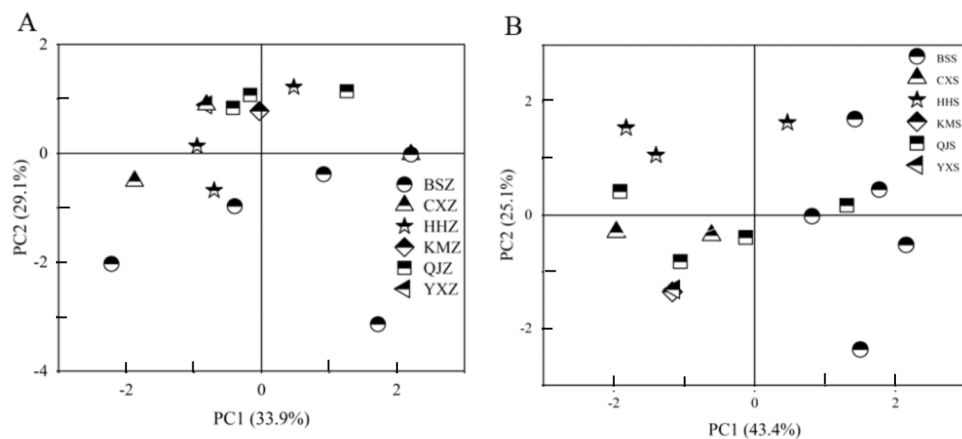


图 1 不同产地硃砂烟叶外观指标 PCA 图(A:中部;B:上部)

2.2 烟叶物理性质分析

由表 4 可知,不同区域硃砂烟中部烟叶平衡含水率变异系数为 5.96%,表明不同栽培区域对中部硃砂烟叶平衡含水率影响较小,但对其它物理指标影响均较大,尤其是叶面密度、含梗率、填充值,其变异系数依次达到 17.05%、15.19%、14.99%。由表 5 可知,烤后上部烟叶物理性质变异幅度与中部烟叶物理性质变异幅度趋势相似,主要表现为平

衡含水率较稳定,而其它指标,特别是叶面密度指标波动较大,CV 值达到 20.52%,表明叶面密度受栽培区域影响较大。红河、楚雄和保山地区的上部烟叶面密度整体高于其它地区,究其原因主要受栽培区域降水量的影响较大^[20],表 1 显示,这三个区域降水量整体偏低,而上部烟叶生长周期偏长,易导致上部烟叶因缺乏足够的水分而组织结构致密。

进一步采用主成分分析对云产硃砂烟叶物理

特性进行评价,由图 2 可知,不同产地对烤后硃砂中部烟叶物理指标影响的第一、二、三、四主成分贡献率分别为 36.0%、23.2%、15.7%、12.3%,累积贡献率为 87.2%,表明 4 个主成分构成能反应变量的大部分信息。经因子载荷分析发现,单叶重和单位叶面积质量对第一主成分起主要作用,而拉力和抗张强度对第二主成分影响较大。上部烟叶物理指标第一、二、三、四主成分贡献率分别为 37.8%、23.9%、13.7%、13.3%,累积贡献率为

88.7%,表明 4 个主成分构成能反应变量的大部分信息。其因子载荷表明,拉力和抗张强度对第一主成分起主要作用,单位面积质量和填充值对第二主成分影响较大。源自楚雄、曲靖和昆明的中部烟叶聚类在一起,与其它区域中部烟叶能较好的区分,而不同产区的上部烟叶之间不能明显区分,表明植烟产区对中部烟叶而非上部烟叶影响较大,其中对滇中植烟产区对烤后硃砂中部烟叶的物理性质影响更多,推测能形成物理性质较相似的中部烟叶。

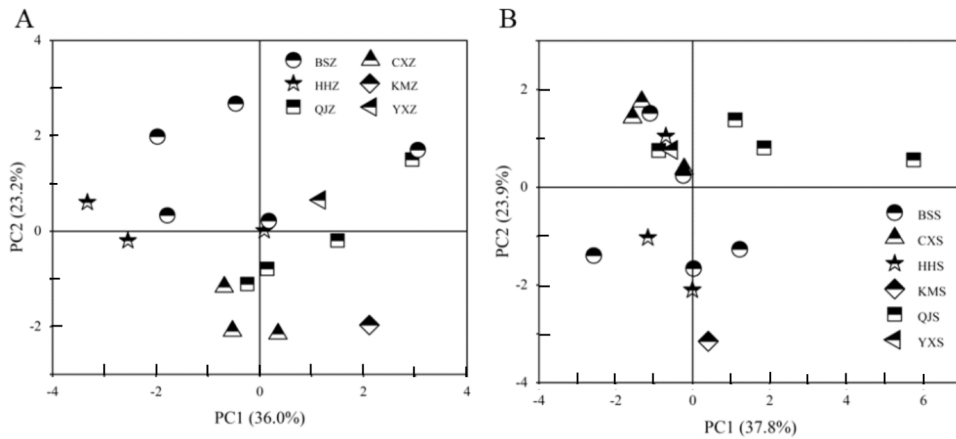


图 2 不同产地硃砂烟叶物理特性 PCA 图(A:中部;B:上部)

2.3 烟叶化学性质分析

表 6、表 7 分别为烤后硃砂烟中部和上部烟叶化学成分评价结果。由表 6 可知,中部烟叶烟碱平均含量为 0.99%,总糖、总氮和钾含量较高,氯含量较低,表明中部烟叶化学成分协调性较好^[17,21]。分析其变异系数发现,所有指标除 pH 外在各烟区

之间差异明显,变异系数范围为 13.24%~63.45%,其中烟碱、氯含量,以及 CCUI 值在各烟区间差异较大。通常,CCUI 分值越接近于 1,表明烟叶化学指标或烟叶品质越好^[17,21],但云产硃砂烟叶的 CCUI 值整体偏低,这可能与硃砂烟中烟碱含量转化较多而引起的权重赋值变化有关。

表 4 烤后中部硃砂烟叶物理特性统计

地区	单叶重 /g	含梗率 /%	叶片厚度 /mm	叶面密度 (g/cm ³)	单位叶面积质量 (g/cm ²)	平衡含水率 /%	拉力 /N	抗张强度 (N/mm)	填充值 (cm ³ /g)	叶长×叶宽 /cm
QJZ	16.62	29.17	0.12	1.31	128.26	16.01	3.14	0.21	2.44	68.4×24.2
KMZ	19.54	26.20	0.13	1.67	148.82	15.85	2.84	0.189	2.24	71.1×24.2
YXZ	17.23	28.24	0.14	1.17	136.90	15.13	3.10	0.207	2.65	68.3×23.6
HHZ	14.10	28.59	0.11	1.19	119.10	14.47	2.77	0.18	3.10	66.0×22.9
CXZ	14.75	24.95	0.12	1.44	133.11	15.57	2.71	0.18	2.47	68.0×21.8
BSZ	16.06	31.68	0.12	1.26	121.93	14.91	3.23	0.215	3.10	70.3×23.1
平均	15.89	28.83	0.12	1.31	127.36	15.28	3.00	0.20	2.79	
标偏	2.08	4.40	0.02	0.22	16.29	0.91	0.32	0.02	0.41	
CV/%	13.10	15.19	12.85	17.05	12.79	5.96	10.65	10.71	14.99	

表 5 烤后上部硃砂烟叶物理特性统计

地区	单叶重 /g	含梗率 /%	叶片厚度 /mm	叶面密度 (g/cm ³)	单位叶面积质平衡含水率 量(g/cm ²)	/%	拉力 /N	抗张强度 (N/mm)	填充值 (cm ³ /g)	叶长×叶宽 /cm
QJS	13.90	29.84	0.17	1.05	133.64	15.25	3.50	0.23	2.54	64.7×20.4
KMS	17.64	28.54	0.18	0.98	177.57	14.96	3.06	0.20	3.40	64.5×19.8
YXS	11.91	24.39	0.15	1.00	142.28	15.48	2.90	0.19	2.63	57.1×20.3
HHS	15.29	25.04	0.15	1.14	150.97	14.81	3.08	0.21	2.94	65.9×20.7
CXS	13.62	26.38	0.12	1.26	143.54	15.23	2.95	0.20	2.44	64.3×19.4
BSS	15.21	25.00	0.15	1.13	145.26	14.52	3.14	0.21	2.91	67.3×20.7
平均	14.58	26.56	0.15	1.12	144.96	14.95	3.16	0.21	2.76	
标偏	2.43	3.51	0.02	0.23	14.94	0.66	0.32	0.02	0.35	
CV/%	16.65	13.21	15.99	20.52	10.31	4.42	10.05	10.10	12.74	

表 6 烤后中部硃砂烟叶化学成分统计分析

样品	pH	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	钾/%	氯/%	CCUI
QJZ	5.51	34.25	23.37	2.11	0.78	1.67	0.41	0.33
KMZ	5.56	34.73	23.46	2.09	0.84	2.04	0.18	0.40
YXZ	5.56	37.65	21.72	1.93	0.72	1.67	0.43	0.37
HHZ	5.50	28.37	18.62	2.20	1.24	2.07	0.21	0.47
CXZ	5.56	36.60	23.96	1.88	0.72	1.98	0.73	0.38
BSZ	5.48	26.05	17.56	2.42	1.24	2.42	0.21	0.41
平均	5.51	31.44	20.82	2.16	0.99	2.04	0.36	0.39
标偏	0.09	5.73	4.30	0.29	0.33	0.46	0.23	0.10
CV/%	1.63	18.23	20.67	13.24	33.06	22.82	63.45	25.63

由表 7 可知,与烤后中部烟叶相似,烤后上部烟叶中总糖、总氮和总钾含量较高,氯含量偏低,表明其烟叶质量较好。但是硃砂烟烟碱含量低,经归一化处理后,烟叶 CCUI 值最高为 0.57,也表明该

方法不适于硃砂烟烟叶质量的数值化分析。与中部烟叶类似,不同植烟产区对上部烟叶化学指标影响较大,各指标除 pH 外,其变异系数均超过 10%,这可能与不同烟叶产区气候环境有关^[7,22]。

表 7 烤后上部硃砂烟叶化学成分统计分析

样品	pH	总糖/%	还原糖/%	总氮/%	烟碱/%	钾/%	氯/%	CCUI
QJS	5.44	28.96	19.65	2.55	1.00	2.05	0.32	0.35
KMS	5.46	22.59	17.18	2.52	0.83	1.98	0.09	0.32
YXS	5.43	31.45	24.00	2.08	0.93	1.23	0.47	0.41
HHS	5.38	25.02	18.85	2.46	1.13	2.14	0.63	0.38
CXS	5.53	34.31	23.19	2.09	0.78	1.84	0.63	0.39
BSS	5.41	25.07	17.97	2.55	1.31	2.24	0.26	0.42
平均	5.44	27.83	19.75	2.43	1.06	2.03	0.41	0.39
标偏	0.11	4.40	3.77	0.30	0.27	0.38	0.26	0.06
CV/%	2.00	15.82	19.11	12.39	25.75	18.82	64.23	16.61

硃砂烟烤后中部烟叶生物碱成分变化详见表 8,结果显示,烟叶中生物碱占比量高的主要为烟碱和降烟碱,分别为 1.44 g/kg 和 5.00 g/kg,通过各生物碱变异系数可知,烤后中部烟叶中生物碱变异系数幅度变化均超过 20%,其中烟碱变异系数最大,达到 97.29%,表明植烟栽培区对硃砂烟中部烟叶烟碱含量影响很大。相反,降烟碱变异系数相比烟碱变异系数而言有所降低,这可能与硃砂烟烟叶本身烟碱会转变成降烟碱的性质有关^[23,24]。由

表 9 可知,硃砂烟烤后上部烟叶烟碱和降烟碱含量分别为 1.19 g/kg 和 6.03 g/kg,其中烟碱含量略低于中部烟叶烟碱含量,而降烟碱的含量则高于中部烟叶降烟碱含量。通过对上部烟叶中生物碱组成含量变异系数分析,各生物碱变异系数均超过 25%。不同栽培区域,硃砂烟烤后上部烟叶烟碱和降烟碱变异系数为 81.15%和 32.39%,表明栽培区域不同对上部烟叶生物碱含量影响较大。

表 8 烤后中部硃砂烟叶生物碱成分统计分析

样品	烟碱(g/kg)	降烟碱(g/kg)	麦斯明(g/kg)	新烟碱(g/kg)	假木贼碱(g/kg)
QJZ	0.75	4.37	0.07	0.33	0.07
KMZ	0.46	4.90	0.07	0.49	0.09
YXZ	0.36	4.59	0.08	0.36	0.07
HHZ	2.19	4.96	0.07	0.47	0.10
CXZ	0.51	4.49	0.07	0.35	0.07
BSZ	2.50	5.94	0.08	0.54	0.11
平均	1.44	5.00	0.07	0.43	0.09
标偏	1.40	1.15	0.02	0.17	0.03
CV/%	97.29	23.09	22.59	38.79	32.89

表 9 烤后上部烟叶生物碱成分统计分析

样品	烟碱(g/kg)	降烟碱(g/kg)	麦斯明(g/kg)	新烟碱(g/kg)	假木贼碱(g/kg)
QJS	1.22	5.15	0.08	0.52	0.11
KMS	0.30	5.25	0.07	0.51	0.10
YXS	0.78	3.18	0.06	0.23	0.05
HHS	0.97	6.91	0.10	0.57	0.12
CXS	0.40	4.97	0.078	0.41	0.08
BSS	2.02	7.58	0.10	0.66	0.14
平均	1.19	6.03	0.09	0.53	0.11
标偏	0.96	1.95	0.02	0.19	0.04
CV/%	81.15	32.39	25.12	35.48	33.62

由图 3A 可知,昆明、玉溪、楚雄以及一部分曲靖烟区的中部烟叶可以聚在一起,较好地与其它烟区的烟叶分开,其第一、二、三主成分贡献率分别为 57.6%、16.9%、12.1%,即累积贡献率为 86.6%,表明不同烟区对中部烟叶化学性质有一定的影响,其中滇中植烟产区烤后硃砂中部烟叶化学性质较相似。因子载荷表明,总糖和总氮对第一主成分因子影响较大,还原糖和总植物碱对第二主成分因子起主要作用。而对于上部烟叶而言,并不能通过化学性质较好的区分不同烟区烤后的硃砂烟叶,其第一、二、三主成分贡献率分别为 48.1%、18.7%、18.1%,累积贡献率为 84.9%(图 3B)。因子载荷

表明,总氮和还原糖对第一主成分起主要作用,pH 和钾含量对第二主成分起主要作用。

依据不同产地硃砂烟中部和上部烟叶外观指标、物理特性和化学性质,采用平方欧氏距离聚类发现,在平方欧氏距离为 5 时,可以把云产硃砂烟样品分为 3 大类(图 4),第一类主要以玉溪、楚雄、红河和保山地区的中部烟叶与昆明的中部烟叶为主;第二类以红河、保山、玉溪、楚雄、曲靖中部烟叶,以及曲靖上部烟叶为主;第三类主要为昆明地区上部烟叶。由此说明,云产硃砂烟叶的综合品质特性部位特征差异明显,中部和上部烟叶区分较好,但是相同部位烟叶不同区域差异较小。

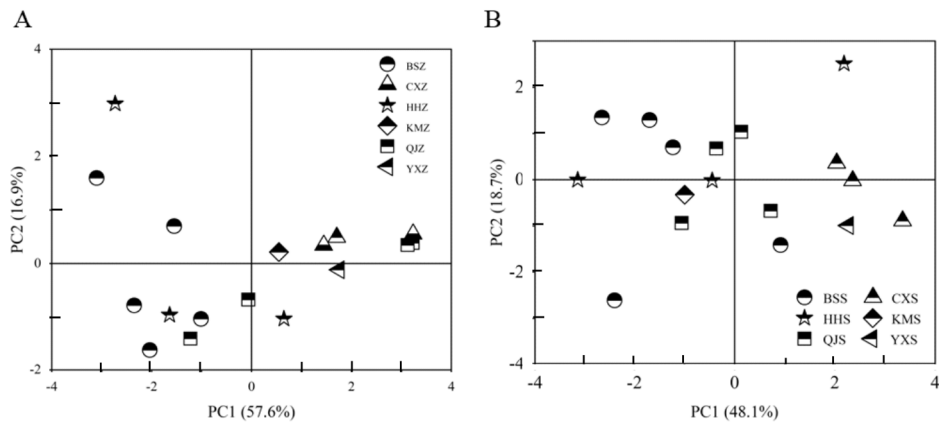


图 3 不同产地硃砂烟烟叶化学性质 PCA 图(A:中部;B:上部)

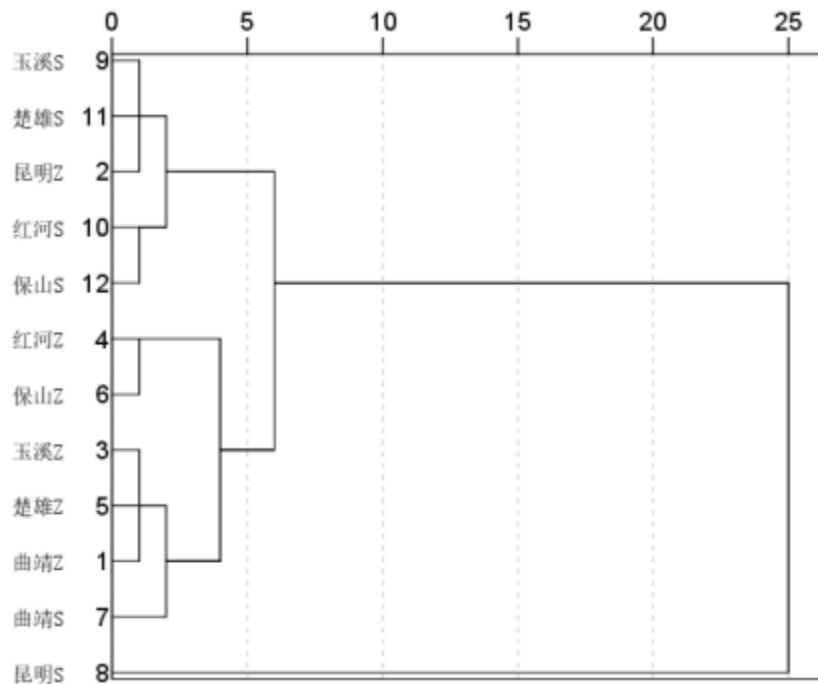


图 4 不同产地烤后硃砂烟烟叶聚类分析

3 结论

(1)硃砂烟中部烟叶颜色和色度、上部外观质量指标受植烟区域的影响较大,其烤后外观指标量化总分可以较好评价中部硃砂烟叶的质量差异性;硃砂烟中上部烟叶平衡含水率差异较小,但叶面密度波动较大,其 CV 分别为 17.05% 和 20.52%,表明硃砂烟叶的叶面密度受植烟区域的影响较大。

(2)植烟区域对中上部硃砂烟叶化学成分也有较大影响,尤其是烟碱、新烟碱、假木贼碱和氯含量差异较大,其 CV 高达 32.89%~97.29%;主成分和聚类分析发现,滇中植烟区中上部外观质量、中部理化特性与其它烟区存在明显差异,表明滇中植烟区的中部硃砂烟叶具有明显区域特色。

参 考 文 献:

- [1] Hall JL, Mann J. Conversion of Nicotine to Nornicotine in Grafts between Cherry-red Tobacco and Related Materials[J]. *Plant Physiology*, 1965, 40(1): 45-48.
- [2] Chakrabarti M, Meekins KM, Gavilano LB, *et al.* Inactivation of the cytochrome P450 gene CYP82E2 by degenerative mutations was a key event in the evolution of the alkaloid profile of modern tobacco[J]. *New Phytologist*, 2007, 175(3): 565-574.
- [3] Siminszky B, Dewey RE. 烟碱转化为去甲基烟碱的原理研究与遗传资源开发[J]. *中国烟草学报*, 2006, 12(4): 65-66.
- [4] Wada E. Conversion of nicotine to nornicotine in Cherry Red tobacco during flue-curing[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1956, 62(2): 471-475.
- [5] 李勇,逢涛,师君丽,等. 硃砂烟叶主要香气物质特征解析[J]. *中国烟草科学*, 2021, 42(4):78-84.
- [6] 闫铁军,马俊桃,刘文锋,等. 烟叶外观质量与感官舒适性的相关性分析[J]. *湖北农业科学*, 2021, 60(23):109-113.
- [7] 张婷,俞飞,肖少红. 湖北省主产烟区烟叶化学成分含量特征分析[J]. *中国烟草学报*, 2010, 16(3): 24-27.
- [8] 徐泽桐,刘亚相,袁帅,等. 化学成分指标对感官质量的影响及陕西省烟叶质量综合评价[J]. *西南农业学报*, 2018, 31(9):1 953-1 960.
- [9] 郭建华,宋纪真,王广山,等. 基于主成分分析和聚类分析的烟叶物理特性区域归类[J]. *烟草科技*, 2014(8):14-17.
- [10] 白力. 河北产区烟叶物理特性与打叶质量关系研究[J]. *科技尚品*, 2021, (7):16-17.
- [11] 邓小华,谢鹏飞,彭新辉,等. 土壤和气候及其互作对湖南烤烟部分中性挥发性香气物质含量的影响[J]. *应用生态学报*, 2010, 21(8):2 063-2 071.
- [12] 张幸博,李建华,何冰,等. 许昌烤烟还原糖含量及区域分布特征[J]. *安徽农业科学*, 2019, 47(1): 209-211.
- [13] 王焯,陈兴位,阮亚男,等. 红河植烟区烟叶主要化学成分含量特征[J]. *西南农业学报*, 2020, 33(12): 2 793-2 799.
- [14] 焦天雷,朱杰,和智君,等. 硃砂烟叶的化学成分分析[J]. *中国食品工业*, 2022, 350(12):115-119.
- [15] 杨洋,杨雨波,许洪庆,等. 遵义市不同植烟区的烟叶综合质量差异[J]. *贵州农业科学*, 2018, 46(8): 35-40.
- [16] 冉法芬,孙书斌,王家洲,等. 皖南烟区不同区域烤烟物理特性分析[J]. *安徽农学通报*, 2021, 27(2): 30-34.
- [17] 蒋佳磊,陆扬,苏燕,等. 我国主要烟叶产区烤烟化学成分特征与可用性评价[J]. *中国烟草学报*, 2017, 23(2):13-27.
- [18] 吴龙,蓝周焕,张汉千,等. 不同类型土壤养分区域对烟叶工业可用性的影响[J]. *江苏农业科学*, 2019, 47(17):213-218.
- [19] 薛超群,蔡宪杰,宋纪真,等. 基于主成分分析和聚类分析的烤烟烟叶外观特征区域归类[J]. *烟草科技*, 2018, 51(6):34-41.
- [20] 郭东锋,邹鹏,刘非,等. 烤烟烟叶物理特性与气象因子关系研究[J]. *江西农业学报*, 2017, 29(2):79-84.
- [21] 祁林,范兴,唐习书,等. 两段式烘丝控制模式对中式卷烟烟丝理化特性及感官质量的影响[J]. *烟草科技*, 2022, 55(3):88-97.
- [22] 赵阿娟,苏嘉颖,丁春霞,等. 长沙烟区气象因子与烟叶常规化学成分相关性分析[J]. *湖南农业科学*, 2018(10):44-47.
- [23] Siminszky B, Gavilano L, Bowen SW, *et al.* Conversion of nicotine to nornicotine in *Nicotiana tabacum* is mediated by CYP82E4, a cytochrome P450 monooxygenase[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2005, 102(41):919-924.
- [24] 宋中邦,隋学艺,张谊寒,等. 硃砂烟 CYP82E4 基因表达模式及烟碱转化率分析[J]. *中国烟草学报*, 2021, 27(6):75-80.