

国内不同产地雪茄烟叶的理化特性及其相关性研究*

李 峥¹, 陈富亮², 朱宏福¹, 张勇刚¹, 程方林¹, 钟永健^{1**}

(1. 浙江中烟工业有限责任公司 技术中心, 浙江 杭州 310024;

2. 浙江中烟工业有限责任公司 物资供应部, 浙江 杭州 310009)

[摘 要] 为研究国内不同产区雪茄烟综合品质的差异, 采集四川、湖北、海南的茄衣和茄芯样品, 检测其物理特性、常规化学成分和多酚类物质含量, 并进行比较分析。研究表明: 湖北产茄芯厚度、叶面密度明显高于其他样品; 四川产茄芯叶片长度、宽度、单叶质量较大; 海南产茄芯叶片的长度、宽度、单叶质量较小, 其余指标数值适中。海南产茄衣的还原糖、总糖、总氮、钾、隐绿原酸含量较高, 茄芯的新绿原酸、绿原酸、苣荬亭、芸香苷含量较高, 总氮、蛋白质含量较低; 四川产茄衣的烟碱、氯含量较高, 新绿原酸含量明显偏低, 茄芯的苣荬亭、芸香苷含量较高; 湖北产茄衣的蛋白质含量较高, 多酚含量均明显偏低, 茄芯的新绿原酸和隐绿原酸含量较高。单叶质量与常规化学成分的相关性最强; 总糖、总氮与多酚类物质的相关性最强, 与各项指标的相关性均达到显著水平及以上。国内雪茄烟区划质量特征差异明显, 部分理化指标间存在密切的相关性。

[关键词] 雪茄烟叶; 产地; 物理特性; 化学成分; 多酚; 相关性

[中图分类号] S572 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1674-5639 (2025) 06-0008-08

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2025.06.002

雪茄烟是全部由雪茄烟叶卷制而成的特殊烟草制品, 其结构组成包含茄衣、茄芯和茄套^[1,2]。雪茄烟感官质量具备香气浓郁、吸味丰满、劲头大的特点^[3]。与国外优质产区的雪茄烟相比, 国产雪茄烟还存在整体质量偏低、生产技术不够规范、优良品种匮乏等突出问题^[1,4-6]。全国烟草科技创新大会也多次提出雪茄烟的重要性, 一方面要加速雪茄烟品牌的整合, 扩大中式雪茄影响力; 另一方面着重在雪茄烟生产技术方面开展攻关, 以满足高品质原料需求为目标, 持续加强品种选育和良种推广。近年来, 以长城、王冠、狮牌、黄鹤楼等品牌为代表的雪茄烟产品凭借科学的叶组配方, 也在国内市场占据一定份额。优质的原料是卷烟品牌持续发展的基石。鉴于雪茄烟制作特点, 优质茄衣要求颜色均匀, 质地平滑, 带有弹性和韧性^[7], 在生产时要侧重对叶片物理特性的调整。茄芯的质量决定了雪茄产品的感官质量和品牌风格, 要重点分析其内在质量情况。烟叶内各种化学成分含量及占比对评吸质量有很大影响^[8], 此外, 多酚类物质对烟叶生长有调节作用, 也密切影响着烟气质量^[9, 10]。

目前, 关于雪茄烟叶质量的研究多集中在通过农艺措施进行品质改良^[11-14]。也有部分文献对国产雪茄烟叶品质特性进行研究, 例如: 张婷等^[15]对湖北主栽茄衣品种的理化指标进行了统计分析; 杨鸿宇等^[16]研究了海南省不同地市茄芯化学成分及代谢物的差异; 杨兴有等^[17]系统分析了四川省万源市雪茄烟的化学成分、物理特性等质量特征。然而, 上述研究存在试验材料选取的区域局限性。随着国内雪茄烟市场的逐步扩大, 国内雪茄烟种质资源开发愈发深入, 种植面积也在不断扩大, 工业企业对国产雪茄烟品质差异了解的需求更为迫切。

据此, 本研究拟采集国内主要雪茄烟产区的不同品种烟叶样品, 以此为试验材料, 探究不同区域、不同类型雪茄烟叶物理特性、常规化学成分和多酚类物质含量的差异, 并分析国产雪茄烟叶物理特性、常规化学成分及多酚类物质间的关系。旨在为雪茄烟种植提供科学指导, 同时为不同产区、不同类型雪

* [收稿日期] 2025-03-13

[作者简介] 李峥, 男, 浙江杭州人, 浙江中烟工业有限责任公司农艺师, 研究方向为烟叶外观质量评价。

** [通信作者] 钟永健, 男, 浙江杭州人, 浙江中烟工业有限责任公司烟叶评级高级技师, 研究方向为烟叶外观质量评价, E-mail: zhongyj@zjtobacco.com.

茄烟原料在工业企业的使用提供依据.

1 材料与方法

1.1 供试材料

选择四川、海南、湖北三个省份 10 个地市 2024 年产雪茄烟叶为试验材料, 样品等级涉及茄芯 1~3 级、茄衣 1~3 级. 在实际生产中, 考虑等级质量较差的茄衣可作为茄套使用, 因此未采集茄套样品. 具体样品产地来源、类型、品种及区域主要环境指标描述参见表 1.

表 1 试验雪茄烟样品详细信息

省份	区域主要环境指标	地市	类型	品种
四川	低山向丘陵过渡带, 植烟海拔 800~1 200 m; 田间生育期日照时数 900~1 100 h, 年降雨总量 700~1 000 mm, 气候温和, 光照适宜; 黄褐土和黄壤, 土壤微酸性, 有机质含量中等; 施肥“控氮补钾”, 以有机肥为主, 配合无机肥施用, 优化水肥协同	德阳	茄芯	川雪 3 号; 云雪 6 号; 德雪一号; 德雪三号; 德雪四号; 德雪七号
		德阳	茄衣	CX07; 川雪 2 号; 云雪 1 号; 云雪 2 号; 建恒 2 号; 海研 103
		达州	茄芯	川雪 3 号; 海南一号; 海研 201; 海研 204; 德雪四号; 云雪 6 号
		达州	茄衣	建恒二号; 云雪 2 号; 云雪 1 号; 德雪七号; 海研 103
海南	以丘陵山地为主, 植烟海拔 100~500 m; 田间生育期日照时数 1 200~1 400 h, 年降雨量 800~1 100 mm, 热量丰富, 立体气候明显, 降水丰沛; 红壤和火山灰土, 土壤呈酸性, 有机质含量较高; 依托土壤优势, 施肥以钾定质, 有机肥打底, 精准控氮; 侧重高温高湿环境下养分快速释放与抗逆性提升	儋州	茄芯	海南 2 号; 海南 3 号
		东方	茄芯	YS02
		东方	茄衣	YS02; YS06
		昌江	茄衣	海南 2 号; 海南 3 号
		五指山	茄芯	WZS LIGERO FILLER CB; WZS VISO FILLER CB; WZS SECO FILLER CB
湖北	丘陵中低山为主, 植烟海拔 600~1 000 m; 田间生育期日照时数 900~1 100 h, 降雨量 650~850 mm, 立体气候明显, 气温较高; 黄壤、黄棕壤, 土壤酸性至微碱性, 有机质含量中等; 高钾补微, 有机无机协同增强烟株抗逆性, 适配丘陵地带种植需求	丹江口	茄芯	海研 201; 海研 204; 海南一号; 德雪四号; 川雪 3 号
		丹江口	茄衣	云雪 1 号; 云雪 2 号; 海研 103; 建恒二号; CX07; 德雪七号; 川雪 2 号
		恩施	茄芯	CX80; CX14; 云雪 6 号; 海南一号; 川雪 3 号; 德雪四号; 海研 204
		恩施	茄衣	云雪 1 号; 云雪 2 号; 建恒二号; CX07; 德雪 7 号
		宜昌	茄芯	云雪 6 号; 川雪 3 号; 德雪四号; 海南一号; CX14; 海烟 204
		宜昌	茄衣	云雪 1 号; 云雪 2 号; 海研 103; CX07; 德雪 7 号; 德雪 2 号
		十堰	茄芯	楚雪 14

1.2 试验方法

1.2.1 物理特性检测

每个地市不同类型、不同品种、不同等级各选取 10 片具有代表性的雪茄烟叶样品, 要求表面颜色均匀, 无病斑、残伤, 共计选取 2 100 片样品. 做好标识后放入温度 22 ℃, 湿度 60% 的恒温恒湿箱中平衡 48 h. 参照文献^[18-20]的方法检测拉力、长度、宽度、单叶质量、含梗率、厚度、平衡含水率、叶面密度.

1.2.2 常规化学成分指标检测

参照烟草行业标准开展雪茄烟样品的常规化学成分检测. 各项指标参照行业标准如下: 总糖 (YC/T 159—2002)、还原糖 (YC/T 216—2007)、烟碱 (YC/T 383—2010)、总氮 (YC/T 160—2002)、蛋白质

(YC/T 249—2008)、钾 (YC/T 217—2007)、氯 (YC/T 162—2002)。

1.2.3 多酚类物质含量检测

参照行业标准 YC/T 202—2006 的方法开展雪茄烟样品多酚类物质含量的测定，测定指标为：新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、茛菪亭、芸香苷。

1.3 数据统计分析

在 Microsoft Excel 2016 表格中记录数据并进行描述性统计分析，采用 IBM SPSS 21.0 软件进行方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 雪茄烟叶样品物理特性的描述性统计分析

由表 2、表 3 可见，不同产地、等级、品种的雪茄烟叶，其物理特性存在较大的差异。从数据统计情况来看，叶面密度的标准差最大，拉力、宽度、单叶质量、厚度的变异系数均高于 10%，表明上述指标数据的离散程度较大，但上述变异系数均低于 15%，且整体数据的偏度和峰度数值均较小，表明雪茄烟样品物理特性数据符合正态分布，具有较好的统计学意义。

表 2 雪茄烟叶样品物理特性的描述性统计分析

指标	最小值	最大值	极差	均值	标准差
拉力/N	0.74	2.40	1.66	1.18	0.13
长度/cm	34.90	72.80	37.90	48.47	3.38
宽度/cm	15.60	32.90	17.30	23.73	2.52
单叶质量/g	3.43	14.15	10.72	6.88	0.97
含梗率/%	16.85	35.72	18.87	24.98	1.77
厚度/mm	0.05	0.24	0.19	0.11	0.02
平衡含水率/%	10.33	13.16	2.83	12.14	0.47
叶面密度/(g·m ⁻²)	49.38	111.89	62.51	84.74	8.04

2.2 基于产区分类的雪茄烟叶物理特性差异分析

由表 4 可知，由于茄衣、茄芯在使用属性方面有极大差异，因此不同类型雪茄烟叶物理特性差异明显，茄芯的拉力、单叶质量、厚度、叶面密度普遍低于茄衣，茄衣的平衡含水率明显高于茄芯。从产地及烟叶类型来看，四川产茄芯拉力、叶面积、单叶质量、含梗率、平衡含水率较高，叶片厚度适中；海南产茄芯叶面积、单叶质量、厚度、平衡含水率、叶面密度较低，拉力适中；湖北产茄芯拉力、单叶质量、叶面密度较高，含梗率较低，平衡含水率适中。四川产茄衣叶面积、单叶质量、含梗率、平衡含水率较高，厚度、叶面密度较低，拉力适中；海南产茄衣拉力、叶面积、单叶质量较小，含梗率、厚度、平衡含水率、叶面密度均处于适中水平；湖北茄衣叶面密度较小，平衡含水率较大，其余指标均处于适中水平。

表 3 雪茄烟叶样品物理特性的描述性统计分析（补充）

指标	变异系数/%	偏度	峰度
拉力	10.8	1.10	1.74
长度	7.0	0.94	0.88
宽度	10.6	0.18	-0.11
单叶质量	14.1	0.90	0.75
含梗率	7.1	0.16	-0.14
厚度	14.2	0.79	0.10
平衡含水率	3.9	-0.71	-0.12
叶面密度	9.5	-0.47	-0.85

表 4 不同产区不同类型雪茄烟叶物理特性对比

类型	产地	拉力/N	长度/cm	宽度/cm	单叶质量/g	含梗率/%	厚度/mm	平衡含水率/%	叶面密度/(g·m ⁻²)
茄芯	四川	1.21 ± 0.18 ^a	52.61 ± 4.70 ^a	24.98 ± 1.74 ^a	7.99 ± 1.28 ^a	26.82 ± 1.88 ^a	0.11 ± 0.01 ^b	12.33 ± 0.24 ^a	87.09 ± 6.93 ^b
	海南	1.15 ± 0.14 ^b	41.90 ± 3.96 ^c	21.47 ± 2.03 ^b	5.28 ± 0.49 ^{bc}	24.57 ± 1.62 ^b	0.10 ± 0.01 ^b	11.37 ± 0.42 ^c	81.32 ± 6.48 ^c
	湖北	1.20 ± 0.13 ^a	48.16 ± 3.41 ^b	23.16 ± 1.66 ^{ab}	7.53 ± 0.81 ^a	22.74 ± 1.83 ^c	0.14 ± 0.02 ^a	12.00 ± 0.31 ^b	94.18 ± 7.81 ^a

续表 4

类型	产地	拉力/N	长度/cm	宽度/cm	单叶质量/g	含梗率/%	厚度/mm	平衡含水率/%
茄衣	四川	1.16±0.16 ^b	51.78±3.22 ^a	25.91±1.65 ^a	7.12±1.25 ^a	26.70±1.63 ^a	0.09±0.01 ^b	12.66±0.13 ^a
	海南	1.10±0.13 ^c	42.92±2.31 ^c	22.99±1.34 ^b	4.94±0.54 ^c	25.89±1.06 ^b	0.10±0.01 ^b	12.03±0.42 ^{ab}
	湖北	1.14±0.17 ^b	48.01±2.33 ^b	24.00±1.18 ^{ab}	5.89±0.70 ^b	25.58±1.61 ^b	0.10±0.01 ^b	12.41±0.22 ^a

注：同列数据后不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），下表同。

2.3 雪茄烟叶常规化学成分及多酚含量的描述性统计分析

由表 5、表 6 可见，雪茄烟叶样品的常规化学成分及多酚含量的差异较大。常规化学成分各项指标的变异系数介于 9.06%~15.28% 范围内，其中，蛋白质的变异系数最大，为 15.28%，数据离散程度最高，但也未达到强变异水平（变异系数 $\geq 100\%$ ）^[3]。从峰度值和偏度值来看，峰度值为 2.72，偏度最接近 0，表明样品的蛋白质数据与标准正态分布相比更尖锐，可能与少量样品的品种特性有关。其余常规化学成分指标的峰度和偏度值较低，数据形态更接近正态分布。样品的多酚含量数据均呈右偏的尖锐峰分布形态，多酚各项指标的变异系数介于 9.47%~13.57% 范围内，数据离散程度略低于常规化学成分。整体来看，雪茄烟叶样品常规化学成分及多酚含量数据的离散程度要高于物理特性数据，但也处于较低水平^[3]，表明相应数据基本符合正态分布，具有较高的稳定性和可靠性。

表 5 雪茄烟叶样品常规化学成分及多酚含量的描述性统计分析

指标		最小值	最大值	极差	均值	标准差
常规化学成分 质量分数/%	还原糖	0.01	0.81	0.80	0.18	0.02
	总糖	0.71	2.95	2.24	1.81	0.16
	烟碱	0.82	8.04	7.22	3.94	0.45
	总氮	2.23	5.06	2.83	3.44	0.50
	蛋白质	0.01	17.51	17.49	9.41	1.44
	钾	1.69	7.51	5.82	5.04	0.47
	氯	0.15	2.95	2.80	1.05	0.11
多酚含量/ ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	新绿原酸	1.77	14.05	12.28	6.30	0.86
	绿原酸	8.44	44.57	36.13	10.93	1.04
	隐绿原酸	0.97	43.90	42.93	9.52	1.03
	茛菪亭	0.25	9.82	9.57	1.69	0.22
	芸香苷	3.02	218.42	215.40	36.39	4.47

表 6 雪茄烟叶样品常规化学成分及多酚含量的描述性统计分析（补充）

指标		变异系数/%	偏度	峰度
常规化学成分含量	还原糖	12.3	1.21	0.70
	总糖	9.1	0.22	-0.95
	烟碱	11.5	0.42	0.33
	总氮	14.5	0.39	0.21
	蛋白质	15.3	0.01	2.72
	钾	9.4	-0.33	-0.79
	氯	10.4	0.71	-0.31
多酚含量	新绿原酸	13.6	0.93	0.65
	绿原酸	9.5	2.21	2.18
	隐绿原酸	10.8	1.93	2.08
	茛菪亭	13.3	1.72	1.62
	芸香苷	12.3	2.61	2.33

2.4 基于产区分类的雪茄烟叶化学特性差异分析

由表 7 可知，从成分对比来看，茄衣的还原糖、总糖、钾含量普遍高于茄芯。从产地来看，四川产茄

芯还原糖含量较低, 莨菪亭、芸香苷含量较高, 其余化学成分指标均处于适中水平; 海南产茄芯总氮、蛋白质含量较低, 氯、新绿原酸、绿原酸、莨菪亭含量较高, 其余指标处于适中水平; 湖北产茄芯还原糖、总糖、总氮、钾、芸香苷、氯含量较低, 新绿原酸、隐绿原酸含量较高. 四川产茄衣总糖、烟碱、芸香苷、氯含量较高, 新绿原酸含量较低, 其余指标适中; 海南产茄衣两糖含量及总氮、钾、隐绿原酸含量较高, 烟碱含量较低; 湖北产茄衣还原糖、蛋白质含量较高, 总糖、烟碱、钾、氯含量较低, 且 5 种多酚化合物均显著低于其余产区样品, 呈现出较强的区域特性. 数据显示, 茄芯的绿原酸、莨菪亭、芸香苷含量普遍高于茄衣. 从雪茄烟产地来看, 湖北、海南产茄芯新绿原酸、绿原酸含量最高; 湖北产茄芯隐绿原酸含量也处于较高水平; 四川、海南产茄芯和茄衣的莨菪亭和芸香苷含量均显著高于湖北产地. 海南产茄衣隐绿原酸含量最高. 不同产地茄衣的新绿原酸含量差异较小.

表 7 不同产区不同类型雪茄烟叶常规化学成分及多酚含量对比

类型	产地	常规化学成分质量分数/%						
		还原糖	总糖	烟碱	总氮	蛋白质	钾	氯
茄芯	四川	0.13 ± 0.02 ^c	1.75 ± 0.26 ^c	3.90 ± 0.47 ^b	3.66 ± 0.27 ^b	9.49 ± 1.26 ^b	5.14 ± 0.39 ^c	1.34 ± 0.21 ^b
	海南	0.19 ± 0.02 ^b	1.93 ± 0.30 ^b	3.63 ± 0.49 ^c	3.41 ± 0.25 ^{c,d}	8.04 ± 0.87 ^d	5.46 ± 0.45 ^b	1.40 ± 0.31 ^{a,b}
	湖北	0.15 ± 0.02 ^c	1.62 ± 0.21 ^d	4.15 ± 0.49 ^b	3.21 ± 0.32 ^d	9.54 ± 1.10 ^b	4.70 ± 0.57 ^d	0.76 ± 0.21 ^d
茄衣	四川	0.20 ± 0.04 ^b	2.25 ± 0.29 ^{a,b}	4.83 ± 0.61 ^a	3.43 ± 0.38 ^c	8.95 ± 1.47 ^c	5.30 ± 0.66 ^{b,c}	1.48 ± 0.28 ^a
	海南	0.25 ± 0.03 ^a	2.40 ± 0.24 ^a	3.32 ± 0.36 ^d	4.11 ± 0.32 ^a	8.98 ± 0.93 ^c	6.44 ± 0.59 ^a	1.04 ± 0.31 ^c
	湖北	0.23 ± 0.02 ^a	1.63 ± 0.32 ^d	3.34 ± 0.45 ^d	3.48 ± 0.34 ^{b,c}	10.23 ± 1.29 ^a	4.75 ± 0.60 ^d	0.65 ± 0.21 ^c

类型	产地	多酚含量/(μg · g ⁻¹)				
		新绿原酸	绿原酸	隐绿原酸	莨菪亭	芸香苷
茄芯	四川	6.40 ± 1.13 ^b	11.94 ± 2.05 ^b	7.99 ± 1.48 ^c	2.44 ± 0.28 ^a	33.37 ± 6.37 ^a
	海南	7.61 ± 1.51 ^a	14.29 ± 2.66 ^a	10.50 ± 1.94 ^b	2.47 ± 0.62 ^a	33.41 ± 4.97 ^a
	湖北	7.17 ± 0.91 ^a	10.23 ± 1.22 ^c	12.67 ± 1.97 ^a	1.71 ± 0.42 ^b	14.10 ± 3.59 ^d
茄衣	四川	5.03 ± 0.91 ^d	10.27 ± 1.17 ^c	7.72 ± 1.86 ^c	1.36 ± 0.12 ^c	27.89 ± 4.11 ^b
	海南	5.59 ± 0.86 ^c	11.52 ± 0.80 ^b	12.78 ± 2.09 ^a	1.46 ± 0.22 ^{b,c}	21.64 ± 3.89 ^c
	湖北	5.03 ± 1.03 ^d	9.42 ± 0.55 ^d	6.27 ± 1.23 ^d	0.66 ± 0.25 ^d	12.73 ± 3.06 ^d

2.5 物理特性与常规化学成分及多酚的相关性分析

由表 8、表 9 可知, 不同产地雪茄烟叶物理特性指标与常规化学成分的相关性较强. 其中, 平衡含水率与还原糖、长度与总糖、长度与还原糖、拉力与总糖呈极显著正相关关系. 此外, 宽度与两糖(总糖、还原糖)和烟碱均呈极显著正相关关系, 且宽度与总氮、蛋白质、钾均呈极显著负相关关系. 单叶质量与总糖和氯均呈极显著正相关关系, 而与蛋白质和钾均呈极显著负相关关系. 含梗率与蛋白质和钾均呈极显著正相关关系; 叶面密度和厚度与烟碱、蛋白质、钾均呈极显著负相关关系. 由表 8 可见, 雪茄烟叶物理特性指标与多酚含量的相关性较弱, 仅长度与隐绿原酸, 平衡含水率与绿原酸, 叶面密度与隐绿原酸之间的相关性达到极显著水平. 整体来看, 单叶质量、拉力两项指标与常规化学成分指标的相关性较强.

表 8 物理特性与常规化学成分的相关系数

指标		常规化学成分						
		还原糖	总糖	烟碱	总氮	蛋白质	钾	氯
物理特性	拉力	0.192 [*]	0.382 ^{**}	0.183 [*]	-0.251 ^{**}	-0.307 ^{**}	-0.307 ^{**}	0.165
	长度	0.340 ^{**}	0.355 ^{**}	0.166	-0.189 [*]	0.069	0.069	0.123
	宽度	0.321 ^{**}	0.330 ^{**}	0.306 ^{**}	-0.134	0.052	0.052	0.114
	单叶质量	0.205 [*]	0.540 ^{**}	0.225 [*]	-0.187 [*]	-0.319 ^{**}	-0.319 ^{**}	0.313 ^{**}
	含梗率	0.166	-0.146	-0.007	0.020	0.358 ^{**}	0.358 ^{**}	0.000
	厚度	-0.156	0.099	-0.234 ^{**}	0.048	-0.346 ^{**}	-0.346 ^{**}	-0.030
	平衡含水率	0.296 ^{**}	0.132	0.197 [*]	0.096	0.146	0.146	-0.018
	叶面密度	-0.117	0.054	-0.256 ^{**}	0.069	-0.281 ^{**}	-0.281 ^{**}	0.017

表 9 物理特性与多酚类物质的相关系数

指标	多酚类物质				
	新绿原酸	绿原酸	隐绿原酸	茛菪亭	芸香苷
拉力	-0.130	-0.035	-0.101	0.075	-0.164
长度	-0.166	-0.128	-0.279 **	0.282 *	-0.001
宽度	-0.158	-0.148	-0.211 *	0.129	0.031
物理 单叶质量	-0.044	-0.068	-0.093	0.281 *	-0.061
特性 含梗率	-0.095	0.113	-0.223 *	0.159	0.122
厚度	0.136	-0.066	0.214 *	-0.007	-0.143
平衡含水率	-0.196 *	-0.291 **	-0.083	-0.071	-0.188 *
叶面密度	0.120	-0.087	0.248 **	-0.036	-0.147

注：* 表示显著相关 ($P < 0.05$)，** 表示极显著相关 ($P < 0.01$)，下表同。

从表 10 可见，雪茄烟叶样品的多酚类物质与常规化学成分的相关性较强。其中，新绿原酸与总糖、总氮均呈极显著负相关关系，而与蛋白质呈极显著正相关关系；绿原酸与总糖、烟碱均呈极显著负相关关系，与总氮呈极显著正相关关系；隐绿原酸与还原糖呈极显著负相关关系，与总糖、总氮、蛋白质均呈极显著正相关关系。整体来看，总糖和总氮与多酚化合物的相关性最强，各指标间均达到显著或极显著水平。

表 10 常规化学成分与多酚的相关系数

指标	还原糖	总糖	烟碱	总氮	蛋白质	钾	氯
新绿原酸	0.226 *	-0.405 **	-0.211 *	-0.273 **	0.292 **	0.239 *	-0.133
绿原酸	0.259 *	-0.311 **	-0.361 **	0.356 **	-0.217 *	-0.178	0.224 *
隐绿原酸	-0.322 **	0.255 **	-0.229 *	0.270 **	0.450 **	-0.238 *	-0.088
茛菪亭	0.138	0.222 *	0.250 *	0.237 *	-0.111	0.150	0.130
芸香苷	0.020	-0.230 *	-0.155	0.207 *	-0.142	0.205 *	0.114

3 结论与讨论

雪茄烟叶的物理特性和化学成分受生态环境及品种特性等多重因素影响，导致不同产区、不同类型及品种的雪茄烟叶品质特征存在明显差异。本研究通过对四川、湖北、海南产地雪茄烟样品的物理特性、常规化学成分及多酚类物质含量的检测分析，明确了不同产地、类型雪茄烟的核心特征差异。在物理特性方面，茄芯与茄衣存在明显差异，茄芯的拉力、单叶质量、叶面密度整体高于茄衣，茄衣的宽度、平衡含水率整体高于茄芯，二者长度差异不显著。产地方面，四川产茄芯在长度、宽度、含梗率、拉力、单叶质量和平衡含水率等多项指标上均较高，湖北产茄芯的拉力、单叶质量、厚度、叶面密度较高，且厚度显著高于其余产区，海南产茄芯的长度、宽度、平衡含水率、含梗率、叶面密度则均较低；四川产茄衣在长度、宽度、单叶质量、含梗率和平衡含水率上表现较高，叶面密度较低，湖北产茄衣宽度和平衡含水率较高、叶面密度较低，海南产茄衣的拉力、长度、宽度、单叶质量均较低。

结合样品外在表现及物理特性指标对外观特征进行分析，四川产茄芯叶片舒展厚实，其外观表现受品种特性、种植密度、施肥水平影响；湖北产茄芯叶片厚度突出，主要受昼夜温差、土壤质地及发酵工艺的影响；海南产茄芯可能因规避台风提前采收等农艺措施影响，呈短小紧实的状态。四川产茄衣呈“大而柔”特征，叶片宽大舒展且柔韧感强；湖北产茄衣表现为“宽而润”，叶片宽大且叶质柔韧轻薄；海南产茄衣则因种植密度较高及高温高湿环境下发酵时间较短，呈“小而脆”的外观，叶片较小、质地偏硬，韧性较差。

化学特征方面，有研究表明^[6,21]，国外优质雪茄烟烟碱质量分数一般在 2% 左右，总氮质量分数在 4% ~ 6%。化学成分含量分析结果显示，国内雪茄烟存在烟碱含量偏高、总氮含量偏低的问题。茄衣样品

的还原糖、总糖、总氮的整体含量要高于茄芯, 茄芯样品的新绿原酸、绿原酸、茛菪亭、芸香苷的整体含量高于茄衣。从样品产地来看, 四川产茄芯的还原糖、总糖含量较低, 茛菪亭、芸香苷含量较高, 呈“低糖高酚”的化学成分特征; 湖北产茄芯的新绿原酸、隐绿原酸含量较高, 还原糖、总氮、钾、氯、芸香苷含量较低; 海南产茄芯烟碱、总氮、蛋白质含量较低, 氯、新绿原酸、绿原酸、茛菪亭、芸香苷含量较高, 其高酚类物质在评吸时赋予复杂香气, 低氮组分则降低厚重感。四川产茄衣的总糖、烟碱、氯含量较高, 新绿原酸含量较低; 湖北产茄衣的还原糖、蛋白质含量较高, 其余指标均较低, 评吸时会因低烟碱、氯等而减少刺激性; 海南产茄衣的还原糖、总糖、总氮、钾、隐绿原酸含量较高, 烟碱含量较低。整体来看, 不同产区、不同类型的雪茄烟叶, 其物理特性和内含物质存在明显差异, 国内雪茄烟叶的区划质量特征差异明显。

相关性分析结果表明, 采集的国内雪茄烟叶样品的物理特性与常规化学成分的相关性较强, 其中单叶质量与常规化学成分各项指标的关系最为密切; 拉力与常规化学成分的相关性也较强, 除氯含量指标外, 拉力与其余常规化学成分指标的相关性均达到显著水平及以上。物理特性与多酚类物质的相关性相对较弱, 仅隐绿原酸与物理特性的关系较为密切。多酚类物质中, 新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸与常规化学成分的相关性较强, 表明绿原酸与雪茄烟叶内在质量密切相关, 与许美玲等^[3]、龙章德等^[22]的研究结论基本一致。

综上, 我国四川、湖北、海南三个主要的雪茄烟叶产区, 其产出烟叶在物理特性、外观特征及化学特性上均存在显著差异。本研究系统解析了各产区雪茄烟叶的特征差异, 可为成品雪茄烟的原料调配和工艺适配提供数据支撑, 同时也可各产区雪茄烟叶的定向育种与种植优化提供理论参考, 对推动国内雪茄烟产业的高质量发展具有一定的研究价值。

[参考文献]

- [1] 李爱军, 秦艳青, 代惠娟, 等. 国产雪茄烟叶科学发展刍议 [J]. 中国烟草学报, 2012, 18 (1): 112-114.
- [2] 孙雨琦, 赵园园, 周迪, 等. 国内外不同产区和类型雪茄烟烟草特有亚硝胺及生物碱含量分析 [J]. 中国烟草学报, 2020, 26 (5): 30-38.
- [3] 许美玲, 贺晓辉, 宋玉川, 等. 雪茄烟种质常规化学成分、多酚与感官质量的相关性分析 [J]. 中国农业科技导报, 2019, 21 (6): 124-134.
- [4] 林北森, 高华军, 郑倩, 等. 国内外雪茄烟主产区气候条件比较研究 [J]. 热带作物学报, 2023, 44 (7): 1515-1524.
- [5] 王琰琰, 刘国祥, 向小华, 等. 国内外雪茄烟主产区及品种资源概况 [J]. 中国烟草科学, 2020, 41 (3): 93-98.
- [6] 刘品, 张文军, 白晓莉, 等. 国内外不同雪茄烟综合品质对比分析 [J]. 西南农业学报, 2022, 35 (1): 81-89.
- [7] 李爱军, 范静苑, 秦艳青, 等. 海南与印尼茄衣烟叶质量差异分析 [J]. 中国烟草学报, 2013, 19 (4): 60-63.
- [8] 朱贝贝, 何声宝, 安泓钧, 等. 不同用途雪茄烟叶化学成分分析及其对感官质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2023, 51 (23): 181-184.
- [9] 卢绍浩, 张嘉雯, 赵喆, 等. 晾晒温度对雪茄烟叶多酚类物质代谢的影响 [J]. 西北农林科技大学学报 (自然科学版), 2021, 49 (3): 18-26.
- [10] 过伟民, 蔡宪杰, 魏春阳, 等. 豫中浓香型烤烟感官质量与部分质量指标的关系 [J]. 烟草科技, 2010, 43 (6): 22-27.
- [11] 张蓝月, 秦艳青, 赵园园, 等. ⁶⁰Co- γ 射线辐照对雪茄烟叶发酵微生物和代谢物变化及烟叶质量的影响 [J]. 中国烟草学报, 2024, 30 (2): 125-134.
- [12] 李金奥, 张思唯, 刘博远, 等. 种植密度对雪茄烟膜脂过氧化特性及烟叶质量的影响 [J]. 作物杂志, 2021 (3): 178-184.
- [13] 林智慧, 赵云飞, 王以慧, 等. 遮荫率对福建雪茄茄衣烟生长和晾晒后烟叶质量的影响 [J]. 中国烟草科学, 2023, 44 (3): 92-98.
- [14] 吴创, 万德建, 李秀妮, 等. 酒糟有机肥对泸州雪茄烟叶品质的影响 [J]. 中国土壤与肥料, 2018 (4): 137-142, 174.

- [15] 张婷, 李金海, 肖少红, 等. 湖北主栽品种茄衣烟叶外观质量与理化指标的相关性 [J]. 中国农学通报, 2025, 41 (1): 148-153.
- [16] 杨鸿宇, 耿召良, 颜统晶, 等. 海南典型产区晾制后雪茄烟叶代谢组的差异分析 [J]. 中国烟草学报, 2024, 30 (3): 95-104.
- [17] 杨兴有, 靳冬梅, 李爱军, 等. 四川万源市烟区生态条件与雪茄烟叶质量分析 [J]. 中国烟草学报, 2017, 23 (1): 69-76.
- [18] 邓小华, 陈冬林, 周冀衡, 等. 烤烟物理性状与焦油量的相关、通径及回归分析 [J]. 烟草科技, 2009 (7): 53-56.
- [19] 杨虹琦, 周冀衡, 李永平, 等. 云南不同产区主栽烤烟品种烟叶物理特性的分析 [J]. 中国烟草学报, 2008, 14 (6): 30-36.
- [20] 薛超群, 尹启生, 王广山, 等. 烤烟烟叶物理特性的变化及其与评吸质量的关系 [J]. 烟草科技, 2008, 41 (7): 52-55.
- [21] 耿召良, 高华军, 李方友, 等. 国内外部分雪茄烟叶主要化学成分比较及聚类分析 [J]. 热带作物学报, 2023, 44 (9): 1840-1853.
- [22] 龙章德, 林顺顺, 田兆福, 等. 烟草多酚类化合物对卷烟品质的影响 [J]. 食品与机械, 2013, 29 (6): 41-44.

Study on the Physical and Chemical Characteristics of Cigar Tobacco Leaves and Its Correlation Studies from Different Production Areas in China

LI Zheng¹, CHEN Fuliang², ZHU Hongfu¹, ZHANG Yonggang¹, CHENG Fanglin¹, ZHONG Yongjian¹

(1. Technology Center, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, China 310024;

2. Material Supply Department, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd. Hangzhou, Zhejiang, China 310009)

Abstract: In order to study the differences in comprehensive quality of cigar tobacco leaves from different production areas in China. Cigar wrapper and core samples from Sichuan, Hubei, and Hainan province sare collected and the physical properties, conventional chemical composition, and polyphenol content of the samplesare tested. Compared and analyzed the above indicators, results showed that the thickness and leaf density of Hubei cigar core are significantly higher than those of othersamples. Sichuan cigar core has relatively large leaf length, width, and single leaf weight. The length, width, and single leaf weight of the Hainan sample leaves are relatively small, and the values of other indicators are at a moderate level. The content of reducing sugar, total sugar, total nitrogen, potassium, and chlorogenic acid in Hainan cigar wrappers is relatively high. The content of neochlorogenic acid, chlorogenic acid, hyoscyamine, and rutin in Hainan cigar cores is relatively high. And the total nitrogen and protein content of Hainan cigar cores are relatively low. The nicotine and chlorine content in Sichuan cigar wrappers is relatively high. The content of chlorogenic acid in Sichuan cigar wrappers is significantly lower. The content of scopolamine and rutin in Sichuan cigar cores is relatively high. The protein content of Hubei cigar wrappers is relatively high. The polyphenol content of Hubei cigar wrappers is significantly lower. The content of chlorogenic acid and cryptochlorogenic acid in Hubei cigar cores is relatively high. The correlation between single leaf weight and conventional chemical composition is the closest. The correlation between total sugar, total nitrogen, and polyphenolic substances is most closely related. The correlation between the above indicators has reached a significant level or above. There are significant differences in the regional quality characteristics of domestic cigar tobacco leaves. And there is a close correlation between some physical and chemical indicators of domestic cigars.

Key words: cigar tobacco; production areas; physical characteristics; chemical composition; polyphenol; correlation

(责任编辑: 陈伟超)