



赵亮,王硕立,赵曦,等.国内外典型茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标研究[J].轻工学报,2024,39(1):79-86.
ZHAO L,WANG S L,ZHAO X,et al. Study on the key differences indexes of conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in domestic and foreign typical wrapper tobacco leaves[J]. Journal of Light Industry,2024,39(1):79-86. DOI:10.12187/2024.01.010

国内外典型茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标研究

赵亮¹,王硕立²,赵曦³,王以慧⁴,侯冰清⁴,金一骁¹,王骏¹,时向东²

1. 浙江中烟工业有限责任公司 技术中心,浙江 杭州 310024;
2. 河南农业大学 烟草行业烟草栽培重点实验室,河南 郑州 450002;
3. 南阳市烟草公司西峡县分公司,河南 西峡 474599;
4. 山东中烟工业有限责任公司 雪茄研究中心,山东 济南 250100

摘要: 为了解国内外典型茄衣烟叶关键品质指标差异,测定了中国、巴西、多米尼加、印度尼西亚这 4 个国家共 40 份茄衣烟叶样品中的常规化学成分和中性致香物质,通过偏最小二乘判别分析(PLS-DA)法和 Pearson 相关性分析法进行关键性差异指标筛选及相关性分析。结果表明:国内茄衣烟叶总糖和还原糖质量分数显著高于国外茄衣烟叶,烟碱质量分数显著高于巴西和印度尼西亚茄衣烟叶,氮碱比显著低于巴西和印度尼西亚茄衣烟叶,钾质量分数显著低于巴西和多米尼加茄衣烟叶;国内茄衣烟叶中性致香物质总含量和新植二烯含量高于国外茄衣烟叶,苯丙氨酸类降解产物含量与巴西、多米尼加和印度尼西亚茄衣烟叶均较为接近,棕色化反应产物含量显著高于国外茄衣烟叶;国内外茄衣烟叶关键性差异指标共有 16 种,其中 β -大马酮含量、愈创木酚含量等 11 种指标表现为国内茄衣烟叶中数值相对较高,苯甲醛含量、总氮质量分数、氮碱比等 5 种指标表现为国外茄衣烟叶中数值相对较高;16 种指标中总氮质量分数和氮碱比与二氢猕猴桃内酯含量、2-乙酰基吡咯含量和苯甲醛含量均呈极显著正相关,与巨豆三烯酮 2 含量、 β -大马酮含量均呈显著或极显著负相关,而总糖、还原糖和烟碱质量分数与上述中性致香物质含量之间的关系则均相反。

关键词: 茄衣烟叶;常规化学成分;中性致香物质;偏最小二乘法乘判别分析;相关性分析

中图分类号: TS422 **文献标识码:** A **文章编号:** 2096-1553(2024)01-0079-08

0 引言

茄衣烟叶是雪茄烟最外层的烟叶,约占雪茄烟总质量的 10%^[1],是判断雪茄烟品质和档次的重要

指标^[2]。在燃烧过程中,茄衣烟叶与空气最先充分接触,感官贡献度高于其质量所占比重^[3],甚至能够直接影响整支雪茄烟的味道变化^[4]。优质茄衣烟叶具有叶片薄、支脉细、颜色均匀、拉力强、燃烧性

收稿日期:2023-03-29;修回日期:2023-06-21;出版日期:2024-02-15

基金项目:国家自然科学基金项目(32101851);浙江中烟工业有限责任公司科技项目(QG/ZY-SK-005/06);河南省烟草公司南阳市公司科技计划项目(NYYCKJ20201);山东中烟工业有限责任公司科技计划项目(2022370000340544)

作者简介:赵亮(1983—),男,江西省玉山县人,浙江中烟工业有限责任公司工程师,主要研究方向为雪茄烟产品技术。
E-mail:zhaoliang@zj tobacco.com

通信作者:时向东(1966—),男,河南省南阳市人,河南农业大学教授,博士生导师,主要研究方向为烟草栽培生理生化。
E-mail:sxd@henau.edu.cn

好、化学成分协调等特点^[5],对土壤、气候等种植条件要求较高,目前仅巴西、多米尼加、印度尼西亚等少数国家生产的茄衣烟叶可用性较好^[6-8]。为构建国产雪茄烟原料保障体系,我国海南、四川、云南、湖北、湖南等地已连续多年种植茄衣烟叶,但由于生态、土壤和生产技术的限制,目前国内尚未实现高品质茄衣烟叶的规模化生产,优质茄衣烟叶原料大多仍依赖进口^[9]。国内雪茄烟市场发展势头强劲,但进口雪茄烟原料供应紧张,尤其是茄衣原料已成为我国雪茄烟工业生产中的“卡脖子”问题^[10]。

近年来,有关茄衣原料的研究不断深入,研究者发现种植条件是影响茄衣原料品质的关键因素^[11-12]。种植条件主要由所在地的气候条件提供,产区不同,茄衣原料品质会有较大差异。李爱军等^[11]研究发现,海南茄衣的外观品质、物理特性等指标接近或达到印度尼西亚茄衣水平,但总植物碱及氯离子含量较高,多项感官评吸得分低于印度尼西亚茄衣。丁宁等^[12]研究发现,不同产地马杜罗茄衣颜色的明度值和外观品质差异较小,墨西哥马杜罗茄衣钾含量最高,中国海南马杜罗茄衣烟碱含量最高,国外各产地马杜罗茄衣感官品质均优于中国海南马杜罗茄衣。不同产区茄衣烟叶中化学物质含量的差异是其风格特色形成的重要基础。鉴于此,本文拟基于偏最小二乘判别分析(PLS-DA)法分析国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质的关

键性差异指标,并采用 Pearson 相关性分析法对其进行相关性研究,以期优化茄衣烟叶生产技术、推进国产茄衣原料开发与应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

收集 40 份国内外不同产区的茄衣烟叶,其中国内茄衣烟叶 20 份(海南茄衣烟叶 3 份、四川茄衣烟叶 3 份、云南茄衣烟叶 6 份、湖北茄衣烟叶 4 份、湖南茄衣烟叶 4 份),国外茄衣烟叶 20 份(印度尼西亚茄衣烟叶 10 份、多米尼加茄衣烟叶 4 份、巴西茄衣烟叶 6 份),具体信息见表 1。

主要试剂:二氯甲烷、无水乙醇,天津市富宇精细化工有限公司;柠檬酸、无水硫酸钠,天津市大茂化学试剂厂;乙酸苯乙酯,上海麦克林生化科技股份有限公司。以上试剂均为分析纯。

主要仪器:AA3 型全自动间断式流动分析仪,英国 SEAL 分析仪器有限公司;Trace GC Ultra-DSQII 气相色谱-质谱联用仪,美国赛默飞世尔科技公司。

1.2 实验方法

1.2.1 待测样品制备 取不同产区茄衣烟叶共 40 份,每份 30 片,在 45 ℃ 下烘干,研磨过 0.25 mm 筛网(60 目),用于常规化学成分和中性致香物质的测定。

1.2.2 常规化学成分测定 参照烟草行业标准^[13-17]测定烟叶样品中总氮、总糖、还原糖、烟碱、

表 1 茄衣烟叶样品信息
Table 1 List of samples of wrapper tobacco leaves

国内茄衣烟叶				国外茄衣烟叶			
产地	品种	部位	序号	产地	品种	等级	序号
云南	QX3	中部叶	1	巴西	CONNECTICUT	02/CC CAPA I LW ALTO	1—6
云南	川雪 2 号	中部叶	2	多米尼加	Havano 2000	Maduro CAFÉ Medium long	7
云南	海研 103	中部叶	3	多米尼加	Broadleaf	Viso Alto	8—9
云南	建恒 2 号	中部叶	4	多米尼加	Havano 2000	Rosado Claro Esp Med Long	10
云南	云雪 1 号	中部叶	5	印度尼西亚	BESUKI	HH2/MT1	11
云南	云雪 2 号	中部叶	6	印度尼西亚	BESUKI	DEK-BB1/M	12
湖南	CX080	中部叶	7	印度尼西亚	BESUKI	DEK/A-BB1/M	13
湖南	ND-2	中部叶	8	印度尼西亚	BESUKI	DEK/A-MM1	14
湖南	哈伯纳斯	中部叶	9	印度尼西亚	BESUKI	HH2/M/BB1	15
湖南	云雪 1 号	中部叶	10	印度尼西亚	BESUKI	HH2/MM1	16
海南	HN-3	中部叶	11—13	印度尼西亚	SUMATRAL	2/AB/I-1	17
湖北	CX080	中部叶	14—17	印度尼西亚	SUMATRAL	2/ALS-1+	18
四川	德雪 1 号	中部叶	18	印度尼西亚	SUMATRAL	2/AB/I-1+	19
四川	德雪 7 号	中部叶	19—20	印度尼西亚	SUMATRAL	2/AB/II-1+	20

氯和钾的质量分数。

1.2.3 中性致香物质测定 1)内标溶液配制:称取 0.600 g 乙酸苯乙酯,用无水乙醇稀释定容至 100 mL,再取 5 mL 稀释液用无水乙醇定容至 200 mL,作为内标溶液。

2)待测样品制备:于 1000 mL 圆底烧瓶中加入 20.0 g 烟叶样品粉末、2.0 g 柠檬酸和 600 mL 蒸馏水,置于同时蒸馏装置一侧,另一侧 250 mL 圆底烧瓶中加入 40 mL 二氯甲烷和 1 mL 内标溶液,同时置于 50 ℃水浴中,打开通水阀,待样品沸腾分层时计时 2.5 h,收集有机相。有机相中加入 10 g 无水硫酸钠,摇匀澄清后转移至鸡心瓶中,并置于 60 ℃水浴中浓缩至 1 mL。

3)待测样品分析:气相色谱-质谱联用仪中的色谱柱为 HP-5(60 m×250 μm×0.25 μm);载气为 He,流速为 0.8 mL/min;进样口温度为 250 ℃,传输线温度为 280 ℃;离子源温度为 177 ℃;升温程序为在 40 ℃保留 2 min,然后以 8 ℃/min 的速率升温至 240 ℃,保留 15 min;不分流进样,进样量为 1 μL;电离能为 70 eV,电离方式为 EI;扫描范围为 35~500 amu。利用 NIST02 谱库对中性致香物质检索定性,采用内标法对中性致香物质定量^[18]。

1.3 数据处理

采用 Microsoft Excel 2019 和 DPS 9.01 软件进行数据处理与显著性分析。PLS-DA 是基于偏最小二乘回归法的一种有监督判别方式,可有效区分组间观察值,并找到导致组间差异的影响变量^[19]。本文采用 SIMCA 14.1 软件对国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质进行分析,建立相应 PLS-DA 模型,以筛选关键性差异指标。采用层次聚类分析直观展示关键性差异指标的分布规律。采用

Pearson 相关性分析法分析关键性差异指标间的相关性。使用 Origin 2021 软件制图。

2 结果与分析

2.1 常规化学成分分析

国内外茄衣烟叶常规化学成分分析结果见表 2。由表 2 可知,国内茄衣烟叶总糖质量分数、还原糖质量分数分别为 0.79%、0.42%,均显著高于国外茄衣烟叶;印度尼西亚、巴西、多米尼加烟叶总糖和还原糖质量分数较为接近。巴西烟叶钾质量分数为 5.04%,显著高于其他国家;但国内茄衣烟叶钾质量分数与多米尼加、印度尼西亚烟叶较为接近。国内茄衣烟叶总氮质量分数为 3.14%,显著低于国外茄衣烟叶;烟碱质量分数为 3.81%,显著高于巴西(1.21%)和印度尼西亚烟叶(1.58%)。国内茄衣烟叶钾氯比与巴西、印度尼西亚较为接近,均显著低于多米尼加烟叶。巴西烟叶糖碱比、氮碱比均显著高于其他国家。国内茄衣烟叶糖碱比显著高于多米尼加烟叶,氮碱比与多米尼加烟叶较为接近,但显著低于巴西和印度尼西亚烟叶。

2.2 中性致香物质分析

国内外茄衣烟叶中性致香物质含量如图 1 所示,其中,不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上有显著性差异。由图 1 可知,国内外茄衣烟叶中性致香物质含量差异较大,国内茄衣烟叶中性致香物质总含量最高,显著高于印度尼西亚烟叶,但与巴西、多米尼加茄衣烟叶无显著性差异。中国、多米尼加与印度尼西亚茄衣烟叶类胡萝卜素降解产物含量较为接近,均显著高于巴西茄衣烟叶。国内外茄衣烟叶的苯丙氨酸类降解产物含量无显著性差异。巴西烟叶类西柏烷类降解产物含量最高,显著高于其他国

表 2 国内外茄衣烟叶常规化学成分分析

产地	质量分数/%						钾氯比	氮碱比	糖碱比
	总糖	还原糖	氯	钾	总氮	烟碱			
中国	0.79±0.07 ^a	0.42±0.05 ^a	0.87±0.12 ^a	3.79±0.22 ^b	3.14±0.07 ^b	3.86±0.29 ^a	5.96±0.88 ^b	0.91±0.07 ^c	0.25±0.04 ^{ab}
巴西	0.36±0.03 ^b	0.12±0.02 ^b	0.98±0.02 ^a	5.04±0.05 ^a	3.94±0.16 ^a	1.21±0.05 ^b	5.18±0.14 ^b	3.26±0.07 ^a	0.29±0.02 ^a
多米尼加	0.26±0.01 ^b	0.11±0.01 ^b	0.35±0.09 ^b	4.14±0.11 ^b	4.01±0.21 ^a	4.61±0.25 ^a	14.72±3.61 ^a	0.87±0.01 ^c	0.06±0.00 ^c
印度尼西亚	0.21±0.01 ^b	0.07±0.01 ^b	0.59±0.08 ^{ab}	3.53±0.20 ^b	3.98±0.11 ^a	1.58±0.09 ^b	7.50±1.57 ^b	2.57±0.10 ^b	0.14±0.01 ^{bc}

注:同列数据后不同小写字母表示在 $P<0.05$ 水平上有显著性差异。下同。

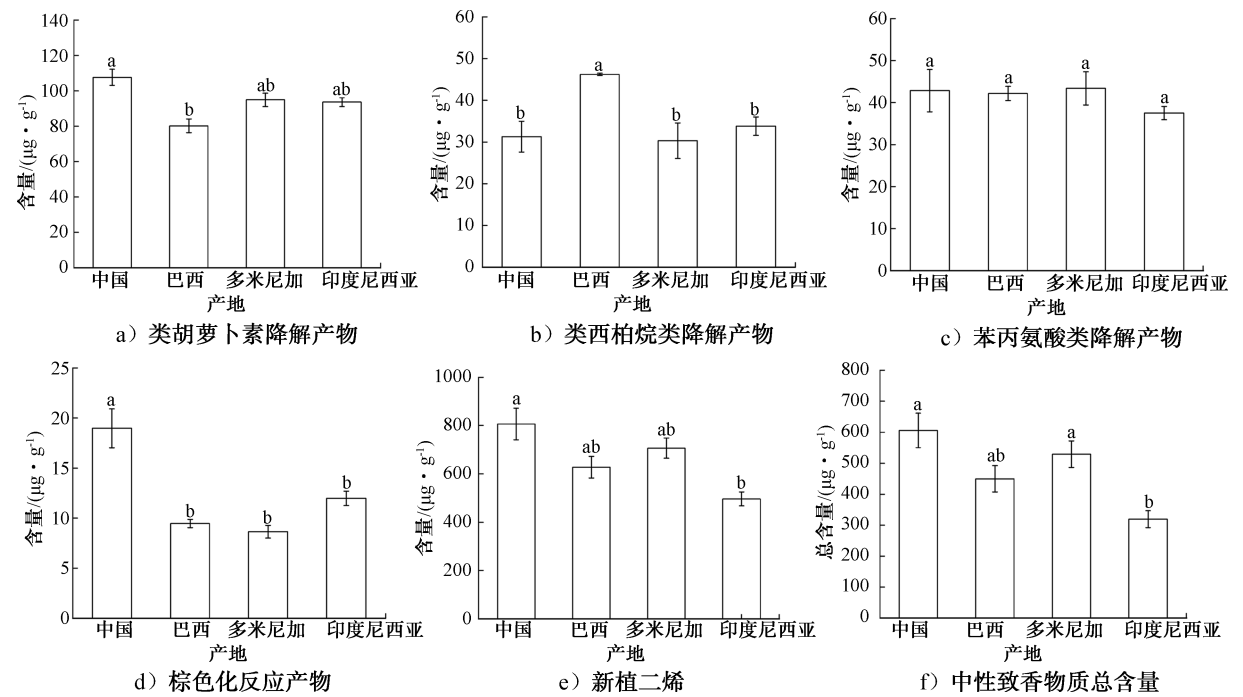


图 1 国内外茄衣烟叶中性致香物质含量

Fig. 1 The content of neutral aromatic substances in domestic and foreign wrapper tobacco leaves

家烟叶。国内茄衣烟叶棕色化反应产物含量最高，并显著高于其他国家。新植二烯降解生成的植物呋喃有助于形成烟叶的清甜成分，对烟草香气有重要的贡献，但新植二烯本身不具备香气，且刺激性大，其含量过高会增加烟叶生青气，因此含量应适宜^[20]。国内茄衣烟叶中新植二烯含量较高，推测其与国内部分烟叶的刺激性较强和杂气含量较高有直接关系^[21]，且新植二烯含量会随着调制时间的增加呈先增加后减少趋势^[22]，因此建议在国内茄衣烟叶农业生产过程中加强调制技术，拉长调制时间，适当降低新植二烯含量。

2.3 常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标筛选及分析

2.3.1 关键性差异指标筛选 本文基于常规化学成分和中性致香物质建立的 PLS-DA 模型拟合参数为 $R^2Y=0.951$ ，表明模型中两个预测主成分对 Y 变量变异的解释能力为 95.1%； $Q^2=0.915$ ，表明模型中两个预测主成分对不同烟叶样品的预测能力为 91.5%，综合来看，模型拟合较好。国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质 PLS-DA 模型得分分布和 VIP 表分别如图 2 和表 3 所示。由图 2 可知，PLS-DA 模型成功区分了国内外茄衣烟叶样品，并

得出影响茄衣烟叶的 16 种关键性差异指标 ($VIP>1.000$)^[23]。由表 3 可知，这些指标分别是二氢猕猴桃内酯含量、2-乙酰基吡咯含量、巨豆三烯酮 2 含量、 β -大马酮含量、糠醛含量、巨豆三烯酮 4 含量、苯甲醛含量、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮含量、2-乙酰基呋喃含量、愈创木酚含量、5-甲基糠醛含量、总氮质量分数、总糖质量分数、还原糖质量分数、烟碱质量分数和氮碱比。国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质 PLS-DA 模型如图 3 所示，通过置

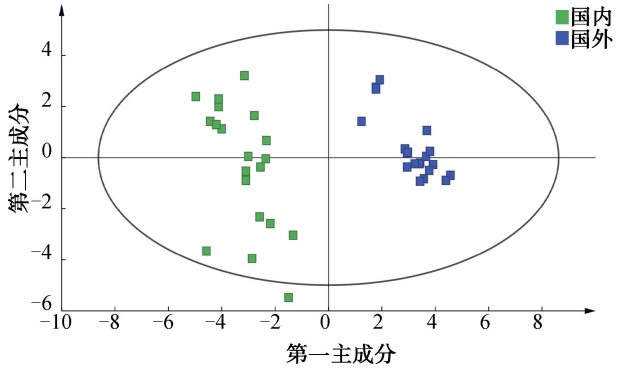


图 2 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质 PLS-DA 模型得分分布

Fig. 2 Distribution of PLS-DA model scores for conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in domestic and foreign wrapper tobacco leaves

表3 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质 PLS-DA 模型 VIP 表

Table 3 VIP table of conventional chemical constituents and neutral aromatic substances PLS-DA model of wrapper tobacco leaves in domestic and foreign

差异指标	VIP	差异指标	VIP
二氢猕猴桃内酯	1.699	2,6-壬二烯醛	0.888
2-乙酰基吡咯	1.614	糠醇	0.863
总氮	1.586	苯甲醇	0.837
总糖	1.526	香叶基丙酮	0.806
氮碱比	1.471	β -二氢大马酮	0.741
还原糖	1.422	糖碱比	0.683
巨豆三烯酮 2	1.413	螺岩兰草酮	0.647
β -大马酮	1.379	钾氯比	0.631
糠醛	1.327	藏花醛	0.628
巨豆三烯酮 4	1.227	巨豆三烯酮 1	0.621
苯甲醛	1.216	茄酮	0.563
3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮	1.191	氧化异佛尔酮	0.529
2-乙酰基呋喃	1.138	苯乙醛	0.508
愈创木酚	1.113	氯	0.505
5-甲基糠醛	1.075	钾	0.430
烟碱	1.072	法尼基丙酮	0.296
3-羟基- β -二氢大马酮	0.978	β -环柠檬醛	0.270
6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.942	6-甲基-5-庚烯-2-醇	0.259
新植二烯	0.926	芳樟醇	0.187
苯乙醇	0.894	巨豆三烯酮 3	0.142

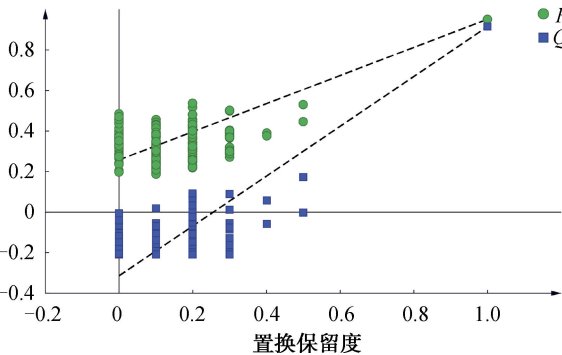


图3 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质 PLS-DA 模型

Fig. 3 PLS-DA model for conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in domestic and foreign wrapper tobacco leaves

换检验($n=200$)评估模型是否过度拟合。由图3可知, Q^2 回归直线与 Y 轴的截距小于 0 (-0.314),表明该 PLS-DA 模型不存在过拟合现象^[24],模型较为可靠。

2.3.2 关键性差异指标分析 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标热图分析如图4所示,其中颜色越接近绿色表示含量越高,越接近红色表示含量越低。由图4可知,国内茄衣烟叶 β -大马酮、愈创木酚、巨豆三烯酮4、巨豆三烯酮2、2-乙酰基呋喃、5-甲基糠醛、糠醛、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮含量相对较高,烟碱、还原糖和总糖质量分数相对较高;国外茄衣烟叶苯甲醛、2-乙酰基吡咯和二氢猕猴桃内酯含量相对较高,总氮质量分数、氮碱比较高。国内茄衣烟叶烟碱质量分数高于国外茄衣烟叶,这可能与我国雪茄烟叶产区植烟土壤本身肥力较高,又施以大量氮肥有关^[25-26]。氮碱比作为评价烟叶感官品质的一个重要指标,数值过高会导致烟叶香气质较差、强度较弱、余味欠舒适^[27-28]。国内茄衣烟叶氮碱比偏低,这主要是国内茄衣烟叶烟碱质量分数过高造成的^[29]。因此,建议在当前茄衣烟叶种植过程中适当减氮增密,以降低烟碱质量分数进而提高茄衣烟叶品质。茄衣烟叶的糖含量可能与种植地区的纬度有密切关系,低纬度地区烟叶生长季温度较高、昼夜温差小,烟株生长较快、夜间呼吸消耗多;高纬度地区的日间光合资源较为充足、昼夜温差大,光合产物积累相对较多^[30]。国内雪茄烟叶种植纬度与国外相比普遍较高,推测这是导致国内茄衣烟叶总糖、还原糖质量分数显著高于国外茄衣烟叶的直接原因。国内茄衣烟叶中,2-乙酰基呋喃含量相对较高,其会极大增加烟叶的抽吸杂气^[31],这可能是导致国内茄衣烟叶杂气含量相对偏大的一个因素;糠醛含量也相对较高,其本身香味特征表现为甜香、面包香、黄油香^[32],这与国内茄衣烟叶香味特征需求^[33]相吻合,也是国内茄衣烟叶的一个普遍特色。

2.4 关键性差异指标相关性分析

国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标相关性分析如图5所示,其中,*代表显著相关,**代表极显著相关。由图5可知,总氮质量分数与二氢猕猴桃内酯等11种关键性差异指标含量呈显著或极显著相关,除与二氢猕猴桃内酯、2-乙酰基吡咯和苯甲醛含量为极显著正相关外,与其他指标均为显著或极显著负相关。总糖和

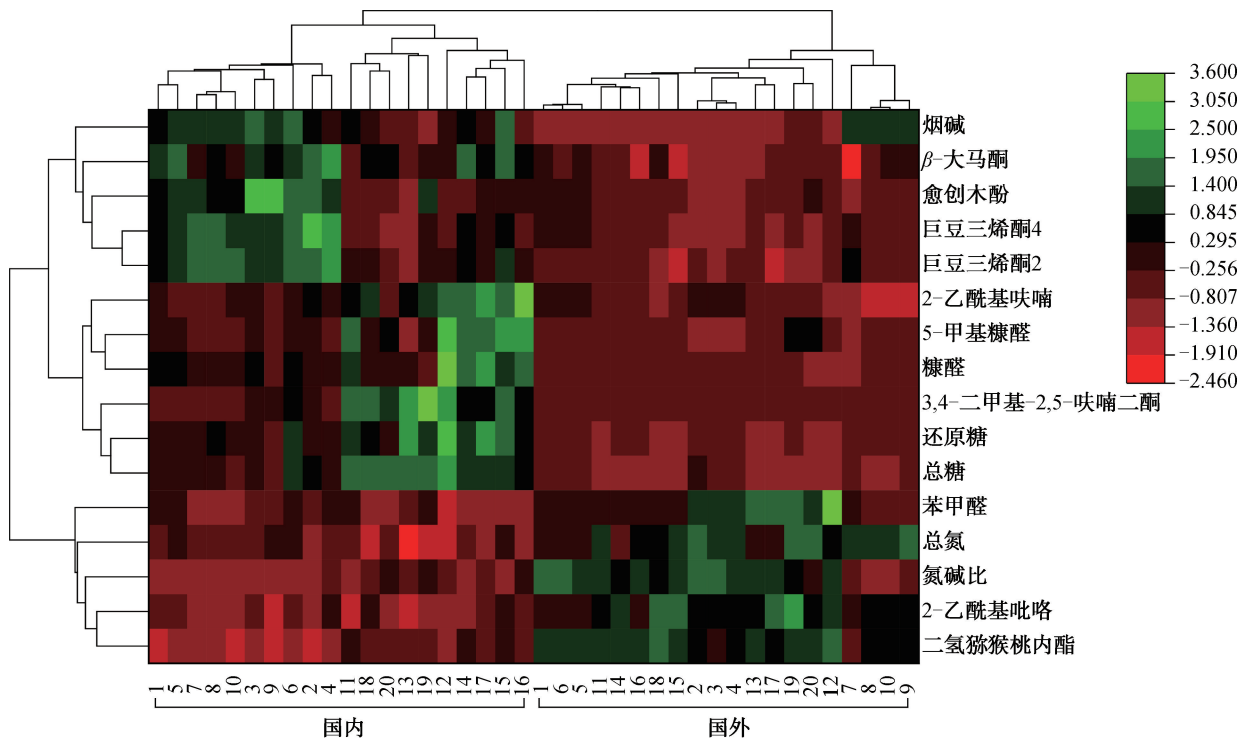


图 4 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标热图分析

Fig. 4 Thermographic analysis of the key difference components of the conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in domestic and foreign wrapper tobacco leaves

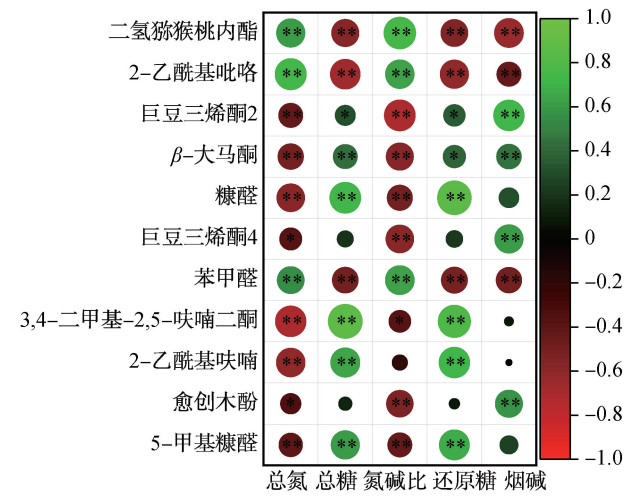


图 5 国内外茄衣烟叶常规化学成分和中性致香物质关键性差异指标相关性分析

Fig. 5 Correlation analysis of key differences between conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in wrapper tobacco leaves of domestic and foreign

还原糖质量分数与巨豆三烯酮 2、 β -大马酮、糠醛、3,4-二甲基-2,5-呋喃二酮、2-乙酰基呋喃和 5-甲基糠醛含量呈显著或极显著正相关,与二氢猕猴桃内酯、2-乙酰基吡咯和苯甲醛含量呈极显著负相

关。氮碱比与二氢猕猴桃内酯、2-乙酰基吡咯和苯甲醛含量呈极显著正相关,与巨豆三烯酮 2 含量等 7 种关键性差异指标呈显著或极显著负相关。烟碱质量分数与巨豆三烯酮 2、 β -大马酮、巨豆三烯酮 4 和愈创木酚含量呈显著或极显著正相关,与二氢猕猴桃内酯、2-乙酰基吡咯和苯甲醛含量呈极显著负相关。相关性分析结果表明,PLS-DA 模型筛选出来的关键差异性指标中常规化学成分和中性致香物质密切相关,在烟叶中,不同中性致香物质的含量较少,不宜定向调控,但是常规化学成分含量较高,相对容易调控,因此可以通过调控烟叶常规化学成分含量,影响与之相关的中性致香物质含量。

3 结论

本文采用偏最小二乘判别分析法,对 40 份国内外茄衣烟叶样品的常规化学成分和中性致香物质进行对比分析,筛选出 16 种关键性差异指标,其含量分布规律为:国内茄衣烟叶烟碱、还原糖和总糖的质量分数, β -大马酮、愈创木酚、巨豆三烯酮 4、巨豆三烯酮 2、2-乙酰基呋喃、5-甲基糠醛、糠醛、3,4-二甲

基-2,5-呋喃二酮的含量相对较高;国外茄衣烟叶总氮质量分数,氮碱比,苯甲醛、2-乙酰基吡咯和二氢猕猴桃内酯的含量较高。采用 Pearson 相关性分析法对这 16 种差异指标进行分析,结果表明,总氮质量分数和氮碱比与二氢猕猴桃内酯、2-乙酰基吡咯和苯甲醛的含量呈极显著($P<0.01$)正相关,与巨豆三烯酮 2 β -大马酮的含量呈显著($P<0.05$)或极显著负相关,而总糖、还原糖和烟碱的质量分数与上述中性致香物质含量之间的关系则均相反。后续可以通过调控烟叶常规化学成分含量,影响与之相关的中性致香物质含量,以优化国内茄衣烟叶生产技术,改善烟叶香气,降低烟叶杂气,突出烟叶香韵特色和风味特征。

参考文献:

- [1] 刘国顺.烟草栽培学[M].北京:中国农业出版社,2017.
- [2] 秦艳青,李爱军,范静苑,等.优质雪茄茄衣生产技术探讨[J].江西农业学报,2012,24(7):101-103.
- [3] 闫铁军,丁宁,王剑,等.雪茄烟马杜罗茄衣化学品质指数与中性香气物质的关系[J].南方农业学报,2022,53(6):1543-1551.
- [4] 莫娇.马杜罗茄衣发酵过程中常规化学成分和中性气物质变化规律研究[D].郑州:河南农业大学,2017.
- [5] 邓弋戈,时向东.雪茄茄衣品种生态适应性及栽培技术研究进展[J].江西农业学报,2021,33(1):60-66.
- [6] 王一恒.雪茄外包皮烟关键栽培技术研究[D].郑州:河南农业大学,2011.
- [7] DJAJADI D. Tobacco diversity in Indonesia: A review [J]. Journal of Biological Researches, 2015, 20(2): 27-32.
- [8] 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.
- [9] 王荣浩,施友志,李林林,等.基于组合客观赋权法的进口茄衣质量评价[J].中国烟草学报,2022,28(2):138-148.
- [10] 闫新甫,王以慧,雷金山,等.国产雪茄分类探讨及其实际应用分析[J].中国烟草学报,2021,27(5):100-109.
- [11] 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.
- [12] 丁宁,周平,邢云飞,等.不同产地马杜罗茄衣的质量特征研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2023,51(7):65-73.
- [13] 国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 总氮的测定 连续流动法:YC/T 161—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [14] 国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动:YC/T 159—2019[S].北京:中国标准出版社,2019.
- [15] 国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动:YC/T 160—2002[S].北京:中国标准出版社,2002.
- [16] 国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 氮的测定 连续流动法:YC/T 162—2011[S].北京:中国标准出版社,2011.
- [17] 国家烟草专卖局.烟草及烟草制品 钾的测定 连续流动法:YC/T 217—2007[S].北京:中国标准出版社,2007.
- [18] 李玲燕,徐宜民,刘百战,等.不同生态区域烤烟烟叶香气物质分析[J].中国烟草科学,2015,36(3):1-7.
- [19] 阮俊翔,苏志恒,梁永红,等.基于偏最小二乘判别分析法识别陈皮醋制前后化学成分的变化[J].中药材,2016,39(1):70-73.
- [20] 周东,张艳,吕俊,等.烤烟“渝金香1号”致香物质含量分析[J].中国农学通报,2022,38(19):146-151.
- [21] 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.
- [22] 张锐新,姚源,孙云,等.晾制密度对五指山雪茄烟晾制品质的影响[J].湖北农业科学,2022,61(S1):270-274.
- [23] 帖金鑫,张青松,李永生,等.加拿大烟叶与云南 KRK26 烟叶香气成分差异分析[J].轻工学报,2023,38(5):74-82.
- [24] 张悦,朱荫,叶火香,等.不同产地香茶的主要化学成分含量的差异分析[J].食品科学,2017,38(22):184-191.
- [25] 向东,段淑辉,丁松爽,等.不同成熟度雪茄烟叶晾制过程中颜色表征及主要化学成分变化特征[J].山东农业科学,2022,54(2):69-77.
- [26] 周迪,孙雨琦,史宏志,等.16个雪茄烟品种的烟碱转化率及与发酵后烟叶 TSNA 含量的关系[J].中国烟草学报,2020,26(4):18-25.
- [27] 李志,史宏志,刘国顺,等.施氮量对皖南砂壤土烤烟碳氮代谢动态变化的影响[J].土壤,2010,42(1):8-13.
- [28] 杨楷,郑宏斌,黄莺,等.施氮量对烤烟氮代谢关键酶活性的影响[J].山地农业生物学报,2020,39(3):75-79.
- [29] 金敖熙.雪茄烟生产技术[M].北京:轻工业出版社,1982.
- [30] 宋鹏飞,马迅,王萝萍,等.纬度和海拔二维因素对云南烟叶化学成分的影响[J].西南农业学报,2018,31(1):68-73.
- [31] 王玉华,褚建忠,徐丙升,等.烤烟自然醇化过程美拉德反应产物变化及与感官质量的关系[J].中国烟草

科学,2015,36(4):85-90.

[32] 韩富根.烟草化学[M].北京:中国农业出版社,2010.

[33] 韦祖松.析释“中式雪茄”的特点和发展现状[J].广东经济,2020(11):82-89.

Study on the key differences indexes of conventional chemical constituents and neutral aromatic substances in domestic and foreign typical wrapper tobacco leaves

ZHAO Liang¹, WANG Shuoli², ZHAO Xi³, WANG Yihui⁴, HOU Bingqing⁴,
JIN Yixiao¹, WANG Jun¹, SHI Xiangdong²

1. Technology Center, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou 310024, China;
2. Key Laboratory of Tobacco Cultivation for Tobacco Industry, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China;
3. Nanyang Tobacco Company Xixia County Company, Xixia 474599, China;
4. Cigar Research Center, Shandong China Tobacco Industry Co., Ltd., Jinan 250100, China

Abstract: To understand the differences in key quality indicators of domestic and foreign typical wrapper tobacco leaves, we determined the conventional chemical components and neutral aroma compounds in 40 samples of wrapper tobacco leaves from four countries: China, Brazil, Dominican Republic, and Indonesia. Key differential indicators were screened and correlated using partial least squares discriminant analysis (PLS-DA) and Pearson Correlation Analysis. The results indicated that: the total sugar and reducing sugar mass fractions of domestic wrapper tobacco leaves were significantly higher than those of foreign wrapper tobacco leaves, the nicotine mass fraction was significantly higher than that of Brazilian and Indonesian tobacco leaves, the nitrogen alkali ratio was significantly lower than that of Brazilian and Indonesian tobacco leaves, the potassium mass fraction was significantly lower than that of tobacco leaves from Brazil and the Dominican Republic. The total amount of neutral aroma compounds and the content of new phytodienes in domestic wrapper tobacco leaves were higher than those in foreign wrapper tobacco leaves, the content of phenylalanine degradation products was similar to that of tobacco leaves from Brazil, the Dominican Republic, and Indonesia, the content of browning reaction products was significantly higher than that of foreign wrapper tobacco leaves. There were a total of 16 different indicators of differences in wrapper tobacco leaves both domestically and internationally. Eleven indicators, including the content of the β -damascus ketone, guaiacol showed relatively high values in domestic wrapper tobacco leaves. The five indicators, including benzaldehyde content, total nitrogen mass fraction, and nitrogen alkali ratio, showed relatively high values in foreign wrapper tobacco leaves. Among the 16 differential indicators, the total nitrogen mass fraction and nitrogen to base ratio were highly significantly positively correlated with the content of dihydrokiwifruit internal fat, 2-acetylpyrrole, and benzaldehyde, and extremely significant negative correlation between the content of damarone and β -damascus ketone, the mass fractions of total sugar, reducing sugar, and nicotine had an inverse relationship with the neutral aroma substances mentioned above.

Key words: wrapper tobacco leaves; conventional chemical constituent; neutral aromatic substance; PLS-DA; correlation relevance

[责任编辑:吴晓亭]