

# 国产烤烟与津巴布韦和巴西烤烟 挥发性香味物质的差异性分析

梁娅<sup>1</sup>, 邱宝平<sup>2</sup>, 刘晓旭<sup>2</sup>, 戴莉<sup>1</sup>, 郭连民<sup>2</sup>, 郭鹏<sup>2</sup>, 陈亮<sup>2</sup>, 张峻松<sup>1</sup>

(1. 郑州轻工业学院 食品与生物工程学院, 河南 郑州 450001;

2. 红塔辽宁烟草有限责任公司, 辽宁 沈阳 110002)

**摘要:**采用基本描述统计、单因素方差分析和主成分分析方法,分析了国产烤烟与津巴布韦、巴西烤烟挥发性香味物质的差异性.结果表明:1)国内烤烟各类香味物质含量低于津巴布韦和巴西的烤烟,香味物质的总量以津巴布韦烤烟最高,其次是巴西烤烟,国产烤烟略低一些;2)国内烤烟与巴西、津巴布韦烤烟之间的各类香味成分含量除了新植二烯和呋喃类外都有显著差异;3)烤烟综合质量得分为津巴布韦烤烟>巴西烤烟>国内烤烟.

**关键词:**烤烟;挥发性香味物质;方差分析;主成分分析

中图分类号:TS42;TS41<sup>+</sup>1 文献标志码:A DOI:10.3969/j.issn.2095-476X.2014.01.010

## Comparative analysis of volatile aromatic compounds in flue-cured tobacco from China, Zimbabwe and Brazil

LIANG Ya<sup>1</sup>, QIU Bao-ping<sup>2</sup>, LIU Xiao-xu<sup>2</sup>, DAI Li<sup>1</sup>, GUO Lian-min<sup>2</sup>,  
GUO Peng<sup>2</sup>, CHEN Liang<sup>2</sup>, ZHANG Jun-song<sup>1</sup>

(1. College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light and Industry, Zhengzhou 450001, China;

2. Hongta Liaoning Tobacco Co., Ltd., Shenyang 110002, China)

**Abstract:** The difference of volatile aromatic compounds (VAC) in flue-cured tobacco from China, Zimbabwe and Brazil was analyzed using the basic descriptive statistics single factor, ANOVA and principal component analysis. The results showed that: 1) for all kinds of flavor material in flue-cured tobacco, domestic tobacco was less than Zimbabwe's and Brazil's, while Zimbabwe's had the highest total amount of VAC, followed by Brazil, and the domestic tobacco was lower than both; 2) domestic tobacco and Brazil, Zimbabwe tobacco had significantly differences in all kinds of flavor ingredients besides neophytadiene and furans; 3) tobacco integrated quality ranked as Zimbabwe > Brazil > Domestic.

**Key words:** flue-cured tobacco; volatile aromatic compounds; ANOVA; principal component analysis (PCA)

收稿日期:2013-11-18

作者简介:梁娅(1981—),女,河南省南阳市人,郑州轻工业学院硕士研究生,主要研究方向为烟草化学与香精香料.

通信作者:张峻松(1971—),男,河南省项城市人,郑州轻工业学院教授,博士,硕士研究生导师,主要研究方向为烟草化学.

## 0 引言

烟草及其制品其品质主要是为其内在化学成分的组成、含量所决定,烟草化学成分的变化极其复杂,烟叶的不同产地、生态环境可导致其化学成分存在一定差异<sup>[1-2]</sup>。香味物质是影响烟叶质量最直接的化学成分,也是评定烟叶及其制品品质的重要指标<sup>[3-8]</sup>。香味物质种类繁多,各成分含量差异较大,对烟叶香味和品质的贡献各不相同,烟叶的香气也是各组分协调的结果。因此,比较不同产区烟叶挥发性香味物质的差异是有必要的,而国产烤烟与进口烤烟的对比分析的研究相对较少<sup>[9-10]</sup>。为研究国产烤烟同津巴布韦、巴西烤烟各类挥发性香味物质含量的差异性以及综合评价,本文拟对国内和津巴布韦、巴西的50个片烟样品的各类香味成分含量进行对比分析,以期为提高烟叶质量以及部分替代进口烤烟的研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料和仪器

烟样由红塔辽宁烟草有限责任公司提供,主要包括国内的云南、河南、福建、贵州等主要植烟区以及津巴布韦和巴西的烤烟样品。

主要仪器:同时蒸馏提取器,郑州市科技玻璃仪器厂产;GC 6890/MS 5973N 型气-质联用分析仪,美国 Agilent 公司产。

### 1.2 实验方法

采用同时蒸馏萃取方法(SDE)对各样品中的香味物质进行提取处理。利用GC/MS的NIST08谱库对烟样中各香味成分进行定性分析。采用内标法对烟样中重要的香味成分进行定量分析<sup>[11]</sup>。

## 2 结果与讨论

致香成分的组成、含量、比例及相互作用决定着烟叶香气的质、量及类型状况<sup>[12]</sup>。因此,为了进一步分析国内和国外烤烟中不同类型的香味物质,根据官能团不同,将检出的致香化合物分为7类,即酮类、醛类、醇类、酯和内酯类、呋喃类、酚类及氮杂环类。其中,酮类包括支链烯酮类、肢体色素类降解产物、西柏烷类降解产物等共36种化合物,醛类包括糠醛、苯甲醛、藏红花醛等10种化合物,醇类包括糠醇、西柏三烯二醇、苯乙醇等16种化合物,酯和内酯类包括丁内酯、二氢猕猴桃内酯、棕榈酸甲酯、亚麻酸甲酯等12种化合物,呋喃类包括呋喃酮、苯并呋喃等6种化合物,酚类包括苯酚、邻甲苯酚、愈创木

酚等8种化合物,氮杂环类包括吡啶、吡咯、吡嗪、呋啉等8种化合物。

### 2.1 烤烟样品数据测定和基本描述统计

各类香味物质对烟香的贡献有一定区别<sup>[13]</sup>。根据检测数据对40个国内烤烟样品,5个津巴布韦以及5个巴西烟样中各类香味数据及总香味含量和新植二烯含量进行基本描述统计分析,结果见表1。

由表1可知,40个国内观测样本的香味物质总量的变化范围是1 057.49 ~ 1 734.05  $\mu\text{g/g}$ ,巴西和津巴布韦香味物质总量的变化范围分别为1 454.38 ~ 1 592.00  $\mu\text{g/g}$ 和1 230.41 ~ 1 857.50  $\mu\text{g/g}$ ;香味物质总量均值比较:津巴布韦烤烟(1 678.65  $\mu\text{g/g}$ ) > 巴西烤烟(1 518.89  $\mu\text{g/g}$ ) > 国内烤烟(1 366.69  $\mu\text{g/g}$ );酮类、醛类和酚类均值比较:津巴布韦烤烟 > 巴西烤烟 > 国内烤烟;新植二烯均值比较:巴西烤烟  $\approx$  国内烤烟 > 津巴布韦烤烟;醇类均值比较:津巴布韦烤烟  $\approx$  国内烤烟 > 巴西烤烟;酯和内酯类:巴西烤烟 > 津巴布韦烤烟 > 国内烤烟;氮杂环类:巴西烤烟 > 津巴布韦烤烟 > 国内烤烟;呋喃类均值含量都较接近。平均数用于反映一组数据的平均水平,在数据基本对称分布的情况下,平均数能够很好地反映样本的整体水平。从样本峰度和偏度分布看,评价指标值的分布基本上符合正态分布。从总体上看,国内烤烟各类香味物质含量低于津巴布韦和巴西烤烟。这为我国种植烟叶品种的选择以及卷烟配方提供了有力的参考依据。

### 2.2 国内与国外烤烟各类香味物质显著性分析

利用SPSS 17.0软件对国内、巴西以及津巴布韦烤烟的各类香味物质和香味总含量进行单因素方差分析,考察不同产地对各指标的影响,结果见表2。由表2可知,除了新植二烯和呋喃类的 $P > 0.05$ 外,其他的 $P \leq 0.05$ ,由此可见国内烤烟与巴西、津巴布韦烤烟之间的香味成分含量的差异是极显著的,说明不同产地的烟叶,其内在品质有较大的不同。

### 2.3 国内与国外烤烟样品香味物质主成分分析

应用SPSS软件把影响卷烟质量的各类香味物质含量做主成分分析结果,首先进行Bartlett球形度检验,KMO的检验值为0.527,KMO值 $> 0.5$ ,且 $P < 0.01$ ,因此可以对原始数据进行因子分析。

表3是对考察指标进行主成分分析的结果,根据方差累积贡献率 $> 85\%$ 的原则提取的4个主成分,各个主成分的方差贡献率分别为48.3%,17.5%,10.5%,9.3%,累积贡献率达85.6%,它们代表了烟叶致香成分85.6%的信息。

表 1 国内、巴西、津巴布韦烤烟各类香味物质基本描述与统计对比

香味类型	产地	均值 $/(\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1})$	标准差	标准误	均值的 95% 置信区间		极小值	极大值	偏度	峰度
					下限	上限				
总香量	国内	1 366.69	152.75	24.15	1 317.83	1 415.54	1 057.49	1 734.05	0.26	-0.41
	巴西	1 518.89	62.62	28.00	1 441.14	1 596.64	1 454.38	1 592.00	0.17	-2.73
	津巴布韦	1 678.65	255.40	1 14.22	1 361.53	1 995.77	1 230.41	1 857.50	-2.03	4.28
新植二烯	国内	503.99	77.91	12.32	479.08	528.91	384.27	681.01	0.37	-0.53
	巴西	507.56	28.45	12.72	472.24	542.88	462.20	536.32	-1.20	1.48
	津巴布韦	458.36	23.86	10.67	428.73	487.99	435.63	487.59	0.47	-2.79
酮类	国内	175.82	35.06	5.54	164.61	187.03	107.49	265.21	0.72	0.30
	巴西	204.33	33.91	15.16	162.22	246.43	176.47	247.36	0.64	-2.80
	津巴布韦	265.66	86.01	38.47	158.87	372.46	154.40	360.14	-0.08	-1.74
醛类	国内	13.37	2.25	0.36	12.65	14.09	8.47	17.52	-0.02	-0.32
	巴西	15.49	2.26	1.01	12.68	18.29	12.98	18.44	0.11	-1.61
	津巴布韦	18.49	4.97	2.22	12.32	24.66	11.16	24.13	-0.60	0.26
醇类	国内	203.59	40.28	6.37	190.70	216.47	118.61	279.25	-0.02	-1.02
	巴西	157.43	20.31	9.08	132.21	182.65	143.39	188.97	1.22	0.11
	津巴布韦	211.01	45.00	20.13	155.13	266.89	163.54	282.70	1.11	1.75
酯和内酯类	国内	146.26	67.72	10.71	124.61	167.92	51.81	374.50	0.91	1.79
	巴西	326.27	73.31	32.79	235.25	417.30	211.09	414.06	-0.89	2.20
	津巴布韦	306.82	45.97	20.56	249.74	363.90	255.33	355.97	-0.33	-2.85
呋喃类	国内	4.00	0.65	0.10	3.79	4.21	2.23	5.78	-0.06	1.17
	巴西	4.41	0.36	0.16	3.96	4.86	3.86	4.81	-0.88	0.81
	津巴布韦	4.23	0.81	0.36	3.22	5.24	2.84	4.89	-1.76	3.35
酚类	国内	21.12	9.59	1.52	18.06	24.19	9.20	42.44	0.62	-0.60
	巴西	25.93	12.17	5.44	10.82	41.04	13.04	38.78	-0.13	-2.93
	津巴布韦	53.55	30.32	13.56	15.89	91.20	10.12	92.03	-0.36	0.57
氮杂环类	国内	13.34	3.53	0.56	12.21	14.47	7.39	21.25	0.28	-0.52
	巴西	20.13	5.84	2.61	12.88	27.37	12.10	25.87	-0.69	-1.76
	津巴布韦	15.95	1.62	0.72	13.94	17.96	13.33	17.49	-1.33	1.70

表 2 国内、巴西和津巴布韦烤烟各类香味成分含量的方差分析

变量	平方和	df	均方	F	显著性 P
总香味量	494 702.056	2	247 351.028	9.797	0.000
新植二烯	9 592.536	2	4 796.268	0.931	0.401
酮类	37 419.084	2	18 709.542	10.707	0.000
醛类	126.975	2	63.487	9.432	0.000
醇类	10 177.080	2	5 088.540	3.274	0.047
酯和内酯类	232 916.546	2	116 458.273	26.214	0.000
呋喃类	0.923	2	0.461	1.103	0.340
酚类	4 678.829	2	2 339.414	13.995	0.000
氮杂环类	220.002	2	110.001	8.163	0.001

表 3 烤烟考察指标的主成分分析及其特征值和贡献率

成分	方差	方差贡献率/%	方差累积贡献率/%
1	4.345	48.3	48.3
2	1.579	17.5	65.8
3	0.944	10.5	76.3
4	0.836	9.3	85.6

利用所设定的方差极大法对因子载荷矩阵进行旋转,结果见表 4. 由于主成分其实是原  $n$  个指标的线性组合,各指标的权数为特征向量;它刻画了各单项指标对于主成分的重要程度并决定了该主成分的实际意义.

由表 4 可知:总香味含量、酮类、醛类、呋喃类和酚类在第 1 主成分上有较高的正载荷,说明第 1 主成分基本反映了这些指标的信息,影响的总权重为 0.564,各指标影响权重分别为 13.82%, 19.08%, 19.12%, 14.90% 和 20.11%. 对第 2 主成分影响较大的是酯类和氮杂环类,其总权重为 0.204,其影响权重分别是 26.57% 和 25.49%. 对第 3 主成分影响较大的是醇类,其总权重为 0.123,其影响权重为 44.32%. 对第 4 主成分影响较大的是新植二烯,其

总权重 0.109,其影响权重为 53.93%。各因子得分矩阵见表 5。

表 4 烤烟主成分因子旋转后的载荷矩阵

变量	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
总香味量	0.628	0.523	0.464	-0.289
新植二烯	-0.041	-0.095	0.067	-0.988
酮类	0.867	0.320	0.070	0.021
醛类	0.869	0.252	-0.042	0.142
醇类	0.019	-0.116	0.959	-0.052
酯类	0.300	0.883	0.057	0.085
呋喃类	0.677	0.216	-0.104	0.063
酚类	0.914	0.071	0.177	-0.117
氮杂环类	0.228	0.847	-0.224	0.075

表 5 烤烟主成分因子得分矩阵

变量	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
总香味量	0.039	0.247	0.315	-0.205
新植二烯	-0.009	0.021	-0.164	-0.933
酮类	0.289	-0.058	-0.029	0.024
醛类	0.333	-0.131	-0.111	0.121
醇类	-0.094	0.006	0.843	0.174
酯类	-0.179	0.571	0.115	0.034
呋喃类	0.262	-0.091	-0.159	0.031
酚类	0.383	-0.245	0.004	-0.067
氮杂环类	-0.159	0.541	-0.134	-0.037

因此通过建立综合得分数学模型,即  $F = 0.564F_1 + 0.204F_2 + 0.123F_3 + 0.109F_4$  来计算前 4 个主成分得分以及各个地方烤烟质量综合指数的得分,结果见表 6。烟叶综合得分越高,表明烟叶质量越好。由表 6 可知,46—50 号为津巴布韦烤烟,其名次分别为 4,2,1,3,35 号,即名次靠前,质量相对较好。41—45 号为巴西烤烟,其名次依次为 10,11,19,20,9 号,即名次为中上等。其他即为国内烤烟。总体来看,烤烟综合质量评价为津巴布韦烤烟 > 巴西烤烟 > 国内烤烟。

### 3 结论

本文探讨了国产烤烟与津巴布韦、巴西烤烟挥发性各类香味物质含量的差异性,并用方差分析和主成分分析进行了综合评价。结果表明:国产烤烟总香味物质含量和各类香味物质含量普遍低于国外烤烟。单因素方差分析表明,国产烤烟和津巴布韦、巴西烤烟之间的香味成分含量有显著差异。由主成分分析结果可知,烤烟综合质量评价为津巴布韦烤烟 > 巴西烤烟 > 国内烤烟。此项研究可为部分

表 6 各地烤烟主成分得分及综合得分

序号	烟叶来源	$F_1$	$F_2$	$F_3$	$F_4$	综合得分	排名
1	云南 1	64.94	344.12	408.52	-634.60	88.16	45
2	云南 2	69.38	339.83	465.77	-714.49	88.13	46
3	云南 3	61.25	432.50	471.48	-738.57	100.57	37
4	云南 4	60.44	502.10	661.69	-814.52	129.42	16
5	云南 5	40.49	373.76	443.38	-729.97	74.33	49
6	云南 6	64.18	407.90	546.69	-853.30	93.96	42
7	云南 7	80.73	397.90	575.29	-721.23	119.11	24
8	云南 8	55.29	416.56	549.79	-882.24	87.95	47
9	云南 9	55.30	466.96	599.96	-730.44	120.90	22
10	云南 10	72.37	342.24	423.26	-754.62	80.74	48
11	云南 11	59.59	461.76	583.57	-792.10	113.55	29
12	云南 12	86.42	479.37	608.86	-812.88	133.13	13
13	云南 13	92.51	509.00	584.72	-900.71	130.12	14
14	云南 14	80.79	420.87	598.55	-793.50	118.84	25
15	云南 15	73.99	452.66	521.95	-840.38	107.01	31
16	云南 16	79.12	457.25	591.15	-742.26	130.00	15
17	云南 17	77.59	429.69	529.80	-687.96	121.87	21
18	江西 1	39.95	575.48	564.09	-615.71	142.49	8
19	江西 2	69.27	480.64	542.45	-700.17	127.81	17
20	河南	67.49	300.90	343.39	-695.84	66.12	50
21	湖南	83.18	497.65	622.49	-754.55	143.05	7
22	福建 1	65.25	498.60	602.70	-732.05	133.15	12
23	福建 2	83.40	582.58	663.90	-789.80	161.79	5
24	福建 3	49.36	406.74	463.46	-635.43	98.82	39
25	贵州 1	45.34	428.91	561.81	-569.71	120.29	23
26	贵州 2	55.92	434.01	506.10	-660.21	110.63	30
27	贵州 3	63.85	405.13	459.33	-679.46	101.37	36
28	贵州 4	47.89	485.63	591.48	-667.02	126.39	18
29	贵州 5	43.99	458.97	582.06	-664.57	117.85	26
30	贵州 6	59.52	444.95	499.33	-650.92	115.08	28
31	贵州 7	46.75	399.38	492.72	-611.97	101.98	34
32	贵州 8	51.68	339.13	541.27	-555.69	104.51	33
33	辽宁 1	50.30	384.65	525.83	-608.26	105.43	32
34	辽宁 2	72.31	346.60	441.46	-602.85	100.32	38
35	辽宁 3	62.52	332.15	452.01	-601.53	93.27	43
36	辽宁 4	74.09	354.16	479.14	-683.30	98.75	41
37	辽宁 5	93.74	335.11	476.33	-590.94	115.63	27
38	辽宁 6	62.95	333.88	453.63	-621.66	91.88	44
39	辽宁 7	75.08	385.65	506.79	-778.89	98.75	40
40	辽宁 8	90.94	459.60	558.73	-623.59	146.06	6
41	巴西 1	45.09	636.26	570.10	-781.72	140.52	10
42	巴西 2	37.35	580.12	570.86	-695.96	134.09	11
43	巴西 4	66.16	476.11	551.04	-721.71	123.85	19
44	巴西 5	48.68	549.12	524.98	-743.77	123.32	20
45	巴西 6	70.53	575.01	555.55	-766.87	142.18	9
46	津巴布韦 1	79.50	610.75	673.20	-750.74	170.73	4
47	津巴布韦 2	120.04	597.99	659.09	-717.22	192.91	2
48	津巴布韦 3	147.28	581.72	698.06	-785.03	202.36	1
49	津巴布韦 4	62.49	645.39	768.57	-716.72	183.61	3
50	津巴布韦 5	33.70	454.18	473.16	-630.57	101.40	35

替代进口烤烟的卷烟生产提供参考。

烟叶中的香气成分是烟叶及其制品的重要香味来源。烟叶的香气质和香气量与其致香物质含量呈正相关<sup>[9]</sup>。此项研究还不够全面,今后还要深入探讨香味成分适宜范围标准,以指导生产,提高烟叶质量。

#### 参考文献:

- [1] 周冀衡. 发展特色烟叶是重点骨干品牌和优质烟区实现共赢的合作平台[J]. 中国烟草学报, 2009, 15(6):70.
- [2] 周冀衡, 张建平. 构建中式卷烟优质特色烟叶原料保障体系是中国烟草在新形势下的战略选择[J]. 中国烟草学报, 2008, 14(1):42.
- [3] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 朱尊权译. 上海: 上海远东出版社, 1993:433-448.
- [4] 廖惠云, 甘学文, 陈景波, 等. 不同产地烤烟复烤烟叶C3F致香物质与其感官质量的关系[J]. 烟草科技, 2006(6):46.
- [5] Peng F, Sheng L, Liu B, et al. Comparison of different extraction methods: steam distillation, simultaneous distillation and extraction and headspace co-distillation used for the analysis of the volatile components in aged flue-cured tobacco leaves [J]. J Chromatogr A, 2004, 1040:1.
- [6] 于建军, 庞天河, 任晓红, 等. 烤烟中性致香物质与评析结果关系研究[J]. 河南农业大学学报, 2006, 40(4):346.
- [7] 李富强, 官长荣, 宋朝鹏, 等. 河南浓香型烤烟与进口烟叶的内在品质比较[J]. 浙江农业科学, 2008(6):780.
- [8] 景延秋, 张红立, 李爱芳, 等. 河南烟区不同烤烟品种化学成分差异分析[J]. 广西农业科学, 2010, 41(11):1214.
- [9] 于建军, 董高峰, 马海燕, 等. 同一烤烟在2个烟区中性致香物质含量的差异性分析[J]. 浙江农业科学, 2009(4):834.
- [10] 邵岩, 宋春满, 邓建华, 等. 云南与津巴布韦烤烟致香物质的相似性分析[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4):19.
- [11] 张峻松, 马林, 徐如彦, 等. 超高压处理对烟草香味成分的影响[J]. 烟草科技, 2007(2):26.
- [12] Davis D L, Nielsen M T. 烟草生产、化学和技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002:251-260.
- [13] 朱晓兰, 杨俊, 徐迎波, 等. 国产烤烟与津巴布韦和巴西烤烟挥发性香味物质的相似性分析[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(S):33.