

国内外卷烟中多元酸和高级脂肪酸含量的差异分析

朱立军, 施丰成, 戴亚

(川渝中烟工业公司 技术研发中心, 四川 成都 610066)

摘要: 采用气相色谱法测定了国内外 112 个卷烟样品中多元酸和高级脂肪酸含量, 并对检测结果进行了统计分析。结果表明: 1) 除苹果酸外, 其他多元酸及多元酸总量国内卷烟要明显低于国外卷烟, 高级脂肪酸及其总量国内卷烟明显高于国外卷烟。2) 苹果酸含量从高到低依次为国内混合型、国外烤烟型、国内烤烟型、国外混合型; 柠檬酸含量国内外混合型最高, 国外烤烟型次之, 国内烤烟型最低; 草酸以国外混合型含量最高, 国内烤烟型最低; 多元酸总量国内混合型最高, 国外烤烟型和混合型次之, 国内烤烟型最低; 高级脂肪酸及其总量国内烤烟型含量较高。3) 不同价位国内烤烟型卷烟中苹果酸含量和多元酸总量从高到低依次为四类、三类、二类、一类; 柠檬酸在四类卷烟中的含量要明显高于一、二、三类卷烟; 高级脂肪酸及其总量规律不明显。

关键词: 多元酸; 高级脂肪酸; 卷烟; 差异分析

中图分类号: TS41⁺¹ 文献标志码: A 文章编号: 1007-1032(2010)02-0160-05

Difference analysis of polyacids and contents of higher fatty acids in different cigarettes

ZHU Li-jun, SHI Feng-cheng, DAI Ya

(Technology Research and Development Center, China Tobacco Chuanyu Industrial Corporation, Chengdu 610066, China)

Abstract: Main polyacids and higher fatty acids of 112 domestic and foreign cigarette samples were determined by gas chromatography, and variation of main polyacids and contents of higher fatty acids contents were analyzed. The results showed that: (1) Average contents of the polyacids besides malic acid and total polyacides in foreign cigarettes were significantly higher than those of domestic cigarettes; Average contents of the higher fatty acids and its total amount in foreign cigarettes were significantly lower than those of domestic cigarettes. (2) Average contents of malic acid in different types of cigarettes from high to low were as followed: domestic blended > foreign flue-cured > domestic flue-cured > foreign blended; differences in average contents of citric acid among types were significant at 5% level, domestic and foreign blended cigarettes the highest, foreign flue-cured cigarettes the second, domestic flue-cured cigarettes the least; average contents of oxalic acid in foreign blended cigarettes was highest, and was the lowest in domestic flue-cured cigarettes; differences in average contents of total polyacides among types were significant at 5% level, domestic blended cigarettes the highest, foreign flue-cured and blended cigarettes the second, domestic flue-cured cigarettes the least; Average contents of higher fatty acids and its total amount in domestic flue-cured cigarettes were significantly higher than other types. (3) Average contents of malic acid and total polyacids in different grades of domestic flue-cured cigarettes from high to low as followed: Grade 4 > Grade 3 > Grade 2 > Grade 1; average contents of citric acid in Grade 4 of domestic flue-cured cigarettes were significantly higher compared to other grades; differences in average contents of higher fatty acids and total higher fatty acids among grades were not significant at 5% level.

Key words: polyacids; higher fatty acids; cigarette; difference analysis

烟草中存在多种有机酸, 其中包括非挥发性的多元酸和高级脂肪酸。烟草中主要的多元酸为苹果

收稿日期: 2009-11-29

基金项目: 四川省科学技术厅项目(2008JY0142)

作者简介: 朱立军(1978-), 男, 安徽合肥人, 硕士研究生, 工程师, zhulj7802@foxmail.com

酸、柠檬酸和草酸,次要的有丙二酸、丁二酸(琥珀酸)等^[1]。烟草中含有一定量的C₁₀以上的高级脂肪酸,属于半挥发性酸,其中C₁₈酸含量较高,C₁₆酸次之^[2]。烟草中的多元酸和高级脂肪酸可以调节烟草pH值,改善抽吸质量,使吃味醇和,还能增强烟气浓度,并在烟气中起酸碱平衡作用,间接影响烟草香气^[3]。曾有人^[4-16]对不同地区、不同类型、不同等级、不同基因型、不同栽培和不同陈化条件以及加工过程中烟草中的多元酸和高级脂肪酸含量的差异进行了研究,也有人^[17-18]对国内外少量卷烟中的多元酸和高级脂肪酸的差异进行了研究。笔者采用气相色谱法测定了112种国内外成品卷烟样品中主要多元酸和高级脂肪酸的含量,并对其分布特点进行了研究,现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料

市售卷烟样品112个:国内样品96个,其中烤烟型85个(一、二、三、四类烟的样品个数分别为26、23、24、12个),混合型11个;国外样品16个,其

中烤烟型10个,混合型6个。

1.2 方法

采用文献[19]的方法测定多元酸和高级脂肪酸含量,采用SPSS15.0统计软件^[20-23]进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 国内外卷烟多元酸和高级脂肪酸含量

由表1可知,国内外卷烟样品多元酸和高级脂肪酸含量及其总量存在较大差异,柠檬酸和丁二酸的变异最大,分别达53.55%和39.55%,苹果酸和硬脂酸的变异系数较小,分别为10.09%和11.90%。由偏度系数和峰度系数可以看出,丙二酸、苹果酸、棕榈酸、亚油酸、油酸+亚麻酸及高级脂肪酸总量的均为负数,说明其数据分布为扁平峰,数据较为分散且为左偏分布,其他化学指标的峰度系数和偏度系数均为正值,说明其数据分布为尖峭峰,数据相对集中且为右偏分布。

表1 国内外卷烟中多元酸和高级脂肪酸含量

Table 1 Status of polyacids and contents of higher fatty acids in cigarette samples

化合物	平均值/(mg·g ⁻¹)	变幅/(mg·g ⁻¹)	标准差/(mg·g ⁻¹)	变异系数/%	峰度系数	偏度系数
草酸	14.03	10.33~19.33	1.77	12.59	0.93	1.10
丙二酸	1.40	0.82~1.97	0.28	20.22	-0.79	-0.13
丁二酸	0.51	0.27~1.27	0.20	39.55	2.27	1.50
苹果酸	59.20	42.88~73.24	5.98	10.09	-0.05	-0.02
柠檬酸	10.19	5.24~26.58	5.45	53.55	1.31	1.65
多元酸总量	85.33	71.24~113.95	9.70	11.37	0.51	0.97
棕榈酸	1.82	1.21~2.41	0.27	14.56	-0.19	-0.44
亚油酸	1.08	0.72~1.46	0.15	14.10	-0.05	-0.23
油酸+亚麻酸	2.49	1.34~3.56	0.45	18.06	-0.24	-0.37
硬脂酸	0.41	0.27~0.58	0.05	11.90	1.69	0.15
高级脂肪酸总量	5.80	3.58~7.73	0.89	15.31	-0.11	-0.43

2.2 国内外卷烟多元酸和高级脂肪酸含量的差异

由表2可知,国内和国外卷烟中多元酸和高级脂肪酸含量及其总量存在不同程度的变异,柠檬酸在国内和国外卷烟中的变异最大,分别达53.72%和32.23%;国内卷烟中变异最小的为苹果酸,其变异系数为8.90%;草酸表现较为稳定。

多元酸和高级脂肪酸含量及其总量在国内、国外卷烟之间均存在显著差异,除苹果酸国内卷烟略高于国外卷烟以外,其他多元酸及多元酸总量国内卷烟要明显低于国外卷烟;国内卷烟中的高级脂肪酸及其总量要明显高于国外卷烟。

表2 国内外卷烟中多元酸和高级脂肪酸的含量

Table 2 Comparative analysis of polyacids and higher fatty acids in domestic and foreign cigarettes

化合物	国内		国外	
	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%
草酸	13.55b	9.74	16.91a	7.81
丙二酸	1.35b	20.07	1.68a	10.83
丁二酸	0.50b	42.40	0.58a	17.01
苹果酸	59.63a	8.90	56.67b	15.54
柠檬酸	9.27b	53.72	15.70a	32.23
多元酸总量	84.30b	11.51	91.53a	7.91
棕榈酸	1.89a	11.80	1.45b	11.76
亚油酸	1.11a	12.43	0.91b	14.00
油酸+亚麻酸	2.59a	14.78	1.85b	13.45
硬脂酸	0.41a	10.07	0.35b	12.63
高级脂肪酸总量	6.00a	12.58	4.56b	12.39

同一行中不同小写字母表示差异显著,下表同。

2.3 不同类型卷烟多元酸和高级脂肪酸含量的差异分析

由表3可知,国内外不同类型卷烟中的草酸和多元酸总量变异较小,其变异系数均小于10%;苹果酸在国内烤烟型、混合型卷烟中的变异较小,其变异系数均小于9%;丙二酸、棕榈酸、亚油酸、油酸+亚麻酸和总高级脂肪酸在国内混合型卷烟中的变异最大,其变异系数分别为27.82%、14.74%、17.25%、20.10%和16.80%;丁二酸在国内烤烟型卷烟中的变异最大,国外混合型中最小,其变异系数分别为42.29%和15.33%;柠檬酸在国外烤烟型

卷烟中的变异最大,国外混合型中变异最小,其变异系数分别为29.69%和5.24%;硬脂酸在国内烤烟型卷烟中的变异最小,国外混合型中最大,其变异系数分别为9.05%和16.67%。

高级脂肪酸及其总量,国内烤烟型与国内混合型、国外烤烟型和国外混合型之间存在显著差异,国内混合型、国外烤烟型和国外混合型之间差异不显著,国内烤烟型含量最高;草酸在国内烤烟型与国内混合型、国外烤烟型和国外混合型之间差异显著,国内混合型与国外烤烟型差异不显著,与国外混合型差异显著,国外2种类型卷烟之间差异不显著,国外混合型含量最高,国内烤烟型最低;丙二酸在国内烤烟型与国外烤烟型和国外混合型之间差异显著,与国内混合型差异不显著,国外烤烟型和混合型差异不显著,国内烤烟型含量最低;苹果酸在国内烤烟型、国内混合型、国外混合型之间差异显著,与国外烤烟型差异不显著,国内混合型与国外混合型之间差异显著,与国外烤烟型差异不显著,国外不同类型卷烟之间差异显著;柠檬酸在国内烤烟型、国外烤烟型与国内外混合型之间差异显著,混合型卷烟之间差异不显著,其中国内外混合型最高,国外烤烟型次之,国内烤烟型最低。多元酸总量在国内烤烟型、国内混合型与国外烤烟型和国外混合型之间差异显著,国外烤烟型和国外混合型之间差异不显著,国内混合型最高,国外烤烟型和混合型次之,国内烤烟型最低。

表3 不同类型卷烟中多元酸和高级脂肪酸含量

Table 3 Comparative analysis of polyacids and higher fatty acids in different types of cigarettes

化合物	国内烤烟型		国内混合型		国外烤烟型		国外混合型	
	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%
草酸	13.20c	6.10	16.22b	9.00	16.48ab	8.43	17.62a	5.07
丙二酸	1.35b	18.74	1.42ab	27.82	1.65a	11.42	1.71a	10.66
丁二酸	0.48b	42.29	0.66a	34.55	0.56b	18.57	0.60a	15.33
苹果酸	59.03b	8.66	64.20a	7.48	61.21ab	11.96	49.11c	10.49
柠檬酸	7.55c	14.62	22.56a	10.64	12.63b	29.69	20.82a	5.24
多元酸总量	81.61c	7.51	105.06a	6.25	92.53b	8.59	89.85b	6.87
棕榈酸	1.93a	9.58	1.56b	14.74	1.50b	11.17	1.35b	10.22
亚油酸	1.13a	10.08	0.91b	17.25	0.96b	11.67	0.85b	15.41
油酸+亚麻酸	2.66a	11.88	2.04b	20.10	1.92b	13.28	1.73b	11.79
硬脂酸	0.42a	9.05	0.37b	13.51	0.34b	9.41	0.36b	16.67
高级脂肪酸总量	6.15a	10.01	4.88b	16.80	4.72b	11.65	4.29b	12.35

2.4 国内不同价类烤烟型卷烟多元酸和高级脂肪酸含量的差异

由表 4 可知,丙二酸、丁二酸和柠檬酸在不同价类卷烟中存在较大变异,高级脂肪酸在二、三类卷烟中存在一定变异,其他化学成分在不同价类卷烟中表现较为稳定。

草酸、丙二酸和高级脂肪酸在不同价类卷烟之

间差异不明显;苹果酸、丁二酸和多元酸总量在一类、三类、四类卷烟之间差异显著,一类、二类卷烟之间无显著性差异,二类、三类之间差异不显著,从平均含量看,从高到低依次为四类、三类、二类、一类。柠檬酸在四类卷烟中的含量要明显高于一、二、三类卷烟,一、二、三类卷烟之间差异不明显。高级脂肪酸在不同价类卷烟之间差异不明显。

表 4 国内不同价类烤烟型卷烟多元酸和高级脂肪酸的含量

Table 4 Comparative analysis of polyacids and higher fatty acids in different grades of domestic flue-cured cigarettes

化合物	一类		二类		三类		四类	
	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%	平均值 ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$)	变异系数 /%
草酸	13.06a	5.74	12.92a	6.14	13.45a	5.99	13.53a	5.69
丙二酸	1.31a	21.22	1.34a	15.23	1.39a	22.30	1.35a	11.26
丁二酸	0.41c	35.76	0.47bc	45.96	0.49b	33.47	0.62a	42.58
苹果酸	56.69c	8.34	57.76bc	7.67	60.46b	8.19	63.71a	5.66
柠檬酸	7.47b	15.13	7.48b	15.11	7.36b	16.03	8.25a	10.90
多元酸总量	78.93c	6.79	79.98bc	6.69	83.15b	7.36	87.46a	5.21
棕榈酸	1.98a	8.69	1.96a	10.00	1.86a	10.26	1.89a	7.62
亚油酸	1.15a	8.87	1.14a	12.63	1.11a	10.09	1.13a	6.64
油酸+亚麻酸	2.73a	9.56	2.73a	13.55	2.56a	13.01	2.61a	9.04
硬脂酸	0.43a	7.77	0.43a	7.90	0.42a	10.48	0.40a	8.00
高级脂肪酸总量	6.30a	8.25	6.26ab	11.34	5.94b	10.77	6.02ab	7.81

3 讨论

烟草中的多元酸能调节质子化和游离态烟碱的比例,减轻烟草的刺激性,从而影响烟叶的劲头和吃味,在烟气中起平衡作用^[24]。但是,烟叶中的有机酸含量过高时,会使烟气中残留物增加,余味不净,给烟叶的香气和吃味带来不利影响^[8]。饱和高级脂肪酸棕榈酸及硬脂酸可增加烟气的脂肪味与腊味,赋予烟气柔和的吸味,并使烟气变得圆和,其含量与烟叶的燃吸质量呈正相关;亚油酸和亚麻酸等不饱和高级脂肪酸的含量与烟叶的香吃味呈负相关,因它们能增加烟气的粗糙感、刺激性和青杂气,并产生涩味^[17, 25-26]。近年来有不少科研工作者从烟草种植和调制方面对烟草中的多元酸和高级脂肪酸进行了深入研究^[5-7, 10-13],但从叶组配方角度出发的相关研究报道很少。本研究结果表明,国内混合型卷烟中的苹果酸、柠檬酸及多元酸总

量、高级脂肪酸及其总量都高于国外混合型卷烟,因此,国内烟草工业企业如何合理选用和调配合适的多元酸和高级脂肪酸含量的烟叶原料是值得深入研究的现实问题。

参考文献:

- [1] 左天觉. 烟草的生产、生理、生物化学[M]. 上海:上海远东出版社, 1993: 450-451.
- [2] 闫克玉. 烟草化学[M]. 郑州:郑州大学出版社, 2002: 24-30.
- [3] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社, 2003: 170-174.
- [4] 谭宏祥,程传玲,赵桂铭,等. 河南烤烟中多元酸和高级脂肪酸的分析研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(5): 33-34, 139.
- [5] 简永兴,董道竹,刘建峰,等. 湘西北海拔高度对烤烟多元酸及高级脂肪酸含量的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2007, 30(1): 72-75.

- [6] 方敦煌, 宋春满, 邵岩, 等. 云南及部分国外烤烟多元酸和高级脂肪酸聚类分析[J]. 福建农林大学学报: 自然科学版, 2006, 35(6): 561-564.
- [7] 徐发华, 朱凯, 荆永锋. 不同时期施用苹果酸对烟叶中非挥发性有机酸的影响[J]. 西南农业学报, 2008, 21(1): 66-70.
- [8] 卢秀萍, 许仪, 许自成, 等. 不同烤烟基因型非挥发性有机酸和高级脂肪酸含量的变异分析[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(3): 47-51.
- [9] 刘江生, 李跃锋, 洪伟岭, 等. 烘丝前后烟丝多元酸和高级脂肪酸变化研究[J]. 分析测试学报, 2004, 23(增刊): 280-281.
- [10] 黎娟, 周清明, 杨虹琦, 等. 烤烟成熟进程中主要化学成分的变化[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2006, 32(3): 241-244.
- [11] 杨虹琦, 周冀衡, 郭紫明, 等. 湖南不同烤烟中非挥发性有机酸含量的差异[J]. 中国烟草学报, 2006, 12(4): 44-46, 57.
- [12] 于建军, 李琳, 王豹祥, 等. 晒红烟自然陈化过程中非挥发性有机酸及高级脂肪酸含量的变化[J]. 安徽农业科学, 2006, 35(3): 502-504.
- [13] 杨虹琦, 周冀衡, 杨述元, 等. 不同纬度烟区烤烟叶中主要非挥发性有机酸的研究[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 31(3): 281-284.
- [14] 刘百战, 蒋继宝, 朱立军, 等. 国内外部分白肋烟烟叶中非挥发性有机酸、高级脂肪酸、生物碱及 pH 值的对比分析[J]. 中国烟草学报, 2002(2): 1-5.
- [15] 刘百战, 徐亮, 詹建波, 等. 云南烤烟中非挥发性有机酸及某些高级脂肪酸的分析[J]. 中国烟草科学, 1999(2): 28-31.
- [16] 韩锦峰, 朱大恒, 官春云. 烟叶自然陈化过程中高级脂肪酸及有关生化特性动态变化的研究[J]. 中国烟草学报, 1998(1): 9-14.
- [17] 刘百战, 徐亮, 胡便霞, 等. 卷烟中非挥发性有机酸及某些高级脂肪酸的分析[J]. 烟草科技, 2000(1): 25-27.
- [18] 谢焰, 吴达, 金永明, 等. 国内外几种知名品牌卷烟化学特性比较[J]. 烟草科技, 2008(6): 33-37.
- [19] 金永明, 张明福, 刘百战, 等. 烟草中多元酸和高级脂肪酸的分析[J]. 烟草科技, 2002(4): 21-24.
- [20] 余建英, 何旭宏. 数据统计分析与 SPSS 应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003: 10-50.
- [21] 贾俊平, 何晓群, 金勇进. 统计学[M]. 3 版. 北京: 中国人民大学出版社, 2007: 20-28.
- [22] 张红兵, 贾来喜, 李潞. SPSS 宝典[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 45-52.
- [23] 宇传华. SPSS 与统计分析[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007: 55-59.
- [24] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci, 1985(11): 175-200.
- [25] 韩锦峰, 史宏志, 王彦亭, 等. 不同氮量和氮源的烟叶高级脂肪酸含量及其与香吃味的关系[J]. 作物学报, 1998, 24(1): 125-128.
- [26] Enzell C R, Inger W. Leaf composition in relation to smoking quality and aroma[J]. Rec Adv Tob Sci, 1980(6): 64-123.

责任编辑: 娄敏
英文编辑: 罗文翠