

湖北烤烟非挥发性有机酸含量及其与海拔高度的关系分析

黎妍妍¹, 林国平¹, 李锡宏^{1*}, 王 林², 陈国华³, 向德恩³, 秦兴成³

(1. 中国烟草白肋烟试验站, 湖北省烟草科研所, 武汉 430030; 2. 湖北中烟工业公司技术中心, 武汉 430051; 3. 湖北省恩施州烟草分公司, 湖北 恩施 445000)

摘 要: 分析了湖北烤烟非挥发性有机酸含量特征及其与海拔高度的关系。结果表明, (1) 湖北烤烟非挥发性有机酸总量平均为 139.62 mg/g, 等级间表现为: X2F>C3F>B2F, 糖酸比总体较为适宜。(2) 聚类分析将海拔高度与烟叶非挥发性有机酸含量、糖酸比共 8 项指标分为 3 类。B2F 和 C3F 等级烟叶在海拔高度为 950~1 150 m 左右, X2F 等级烟叶在海拔高度为 1 050~1 300 m 左右时, 非挥发性有机酸总量相对较高、糖酸比较为适宜。

关键词: 烤烟; 海拔高度; 非挥发性有机酸

中图分类号: S572.01

文章编号: 1007-5119 (2009) 06-0053-04

DOI: 10.3969/j.issn.1007-5119.2009.06.014

Nonvolatile Organic Acid Content in Flue-cured Tobacco Leaves and Its Relationship with Altitude in Hubei

LI Yanyan¹, LIN Guoping¹, LI Xihong^{1*}, WANG Lin², CHEN Guohua³,
XIANG Deen³, QIN Xingcheng³

(1. Bury Tobacco Experimental Station of CNTC, Tobacco Research Institute of Hubei Province, Wuhan 430030, China;

2. Technology Center of Wuhan Tobacco (Group) Co. Ltd., Wuhan 430051, China;

3. Enshi Tobacco Company of Hubei Province, Enshi, Hubei 445000, China)

Abstract: The characteristics of nonvolatile organic acids in Hubei flue-cured tobacco and its relationship with altitude were analyzed. The results indicated that the contents of nonvolatile organic acids averaged 139.62 mg/g, and in grades from high to low was X2F>C3F>B2F. The ratio of reducing sugar to nonvolatile organic acids was suitable in whole. Altitude and nonvolatile organic acids, the ratio of reducing sugar to nonvolatile organic acids could be classified into three groups by cluster analysis. In the leaves of B2F and C3F at the altitude of 950-1150 m, and X2F at 1050-1300 m, the contents of nonvolatile organic acids were higher and the ratio of reducing sugar to nonvolatile organic acids was favorable.

Keywords: flue-cured tobacco; altitude; nonvolatile organic acid

非挥发性有机酸是影响烟草吸食品质的主要化学成分之一, 特别是苹果酸、柠檬酸、草酸和丙二酸, 不仅在烟草中的含量较高, 而且对烤烟的香气和香气量有很大影响。在卷烟燃吸过程中, 非挥发性有机酸具有平衡烟气的酸碱度, 减轻烟草的刺激性, 增加烟气浓度的作用, 进而影响烟气的吸

味和香气质量^[1-4]。在烟株生长发育中, 不同烤烟基因型^[5-6]、生态环境^[3,5,7]、农艺措施^[8-9]等都会对烟叶中有机酸的积累产生影响。

海拔高度是影响烤烟生长发育及其品质的重要生态因子^[10-11], 常导致气温、光照、湿度和降雨量等发生变化。湖北是我国重要的烤烟产区之一,

作者简介: 黎妍妍, 女, 主要从事烟草品质生态、病虫害防治和烟叶质量评价工作。Email: yanyanli0025@126.com。* 通信作者

收稿日期: 2008-07-18

修回日期: 2009-03-03

年产烤烟 165 万担左右。目前,关于湖北产区烟叶中非挥发性有机酸含量状况及其与海拔高度的关系研究鲜有报道。本研究通过分析湖北烤烟非挥发性有机酸含量及其与海拔高度的关系,以期为提高烤烟的香气质和香气量的理论研究和生产实践提供依据,同时也为卷烟工业企业进行科学配方提供参考。

1 材料与方法

1.1 烟叶样本的采集

2007 年在湖北省烤烟生产代表产区(恩施州宣恩县和咸丰县、襄樊市保康县、宜昌市兴山县)采用 GPS 定位技术,选取当地烤烟主栽品种,采用定等级、定叶位取样法,分别采集了 B2F(上橘二)、C3F(中橘三)和 X2F(下橘二)3 个等级烟叶样品 17、20 和 17 个,共计 54 个烤烟烟叶样品,同时记录试验地的海拔高度。烟叶样品等级由专职评级人员按照“GB 2635-92 烤烟标准”进行,等级合格率达到 85%以上。每个样品取 1 kg,用于化学成分测定,烟样烘干、粉碎,过 60 目筛备用。

1.2 烟叶非挥发性有机酸含量的测定

样品由中国烟草白肋烟试验站分析检测。

有机酸(挥发性酸除外)含量的测定:称取 1 g 粉碎的烟叶样品,加入 0.5 mL 内标(己二酸)和 25 mL 硫酸-甲醇溶液,振荡过夜后,过滤到置有 50 mL 蒸馏水的分液漏斗中,用二氯甲烷萃取 3 次,每次 15 mL。收集萃取液并加适量无水硫酸钠干燥。分析仪器为:Auto system XL GC 配 FID 检测器和自

动进样器(美国 PE 公司),TurboMass 色质联用仪(美国 PE 公司)。

气相色谱条件:色谱柱型号 DB-5, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm。升温程序:初温 40℃,恒温 2 min 后以 8℃/min 升至 240℃,保持 15 min;进样口 250℃,FID 250℃;不分流;H₂ 为载气,压力为 10 kPa;进样量 1.0 μL。

GC-MS 条件:色谱柱型号 DB-5, 30 m × 0.25 mm × 0.25 μm。载气为 He;柱头压 10 kPa,溶剂延迟 3.5 min;传输线温度 250℃,离子源温度 170℃;EI 能量 70 eV,扫描范围为 35~350 aum,其余色谱条件同气相色谱。

同时测定烤烟还原糖含量,并计算糖酸比值(还原糖/非挥发性有机酸总量)。

2 结果

2.1 湖北烟叶非挥发性有机酸含量特征

对湖北烤烟非挥发性有机酸含量总体特征进行了分析,结果见表 1。湖北烤烟非挥发性有机酸含量平均为 139.62 mg/g,随叶位由上而下逐步增加,即:X2F>C3F>B2F,且 X2F 等级显著高于 B2F 和 C3F 等级烟叶。

5 种非挥发性有机酸在不同等级间均存在显著差异(表 1),其中草酸和丙二酸含量上部叶显著高于中下部叶,丁二酸、苹果酸和柠檬酸含量则下部叶显著高于中上部叶。在 5 种非挥发性有机酸中,苹果酸含量最高,平均为 107.15 mg/g,各等级烟叶中其占非挥发性有机酸总量的比例为 71.59%~

表 1 湖北烤烟非挥发性有机酸含量总体特征

Table 1 The characteristics of nonvolatile organic acids in Hubei flue-cured tobacco

等级	指标	草酸	丙二酸	丁二酸	苹果酸	柠檬酸	非挥发性有机酸总量	糖酸比
B2F	平均值/(mg·g ⁻¹)	21.16 a	4.38 a	0.16 c	86.95 b	7.74 b	120.39 b	2.12 a
	变幅/(mg·g ⁻¹)	16.13~26.66	3.53~5.66	0.16~0.17	56.55~139.25	4.91~12.10	88.16~178.81	1.25~3.21
	变异系数/%	13.93	15.53	2.43	24.45	27.79	19.31	23.32
C3F	平均值/(mg·g ⁻¹)	19.19 b	3.77 b	0.17 b	101.84 b	7.58 b	132.56 b	1.90 ab
	变幅/(mg·g ⁻¹)	16.62~22.39	3.12~4.65	0.16~0.18	77.06~148.08	4.48~10.95	101.44~186.25	1.52~2.36
	变异系数/%	9.76	13.5	3.11	20.96	27.88	19.50	13.28
X2F	平均值/(mg·g ⁻¹)	19.85 ab	3.56 b	0.18 a	133.61 a	9.97 a	167.16 a	1.65 b
	变幅/(mg·g ⁻¹)	15.93~23.86	2.90~4.12	0.17~0.19	82.60~215.37	4.91~16.06	107.61~258.83	1.00~2.34
	变异系数/%	12.11	10.66	3.56	24.71	31.85	22.80	26.21

注:同一列内不同小写字母表示差异达到 0.05 的显著水平,下同。

79.62%，以 X2F 等级烟叶最高。

糖酸比可以用来衡量烤烟中和碱性化合物的强度，在一定程度上可以反映生态环境对烤烟中还原糖及其转化产物多元有机酸的影响以及不同烟区烤烟烟气风格的形成，一般以 1~2 之间比较适合^[3,12]。湖北烤烟糖酸比总体较为适宜，平均为 1.89，表明烟叶内在化学成分总体较为协调，烟气柔和，刺激性小，香气质和香气量均较好；不同等级烟叶相比较，以 C3F 和 X2F 等级烟叶较为适宜，而 B2F 等级稍高于 2，且显著高于 X2F 等级。对糖酸比在各范围内所占的比例进行分析(图 1)，发现有 48.15%的烤烟糖酸比在 1~2 之间，50.00%高于 2，其中 C3F 和 X2F 等级烟叶中均有一半以上的比例处于适宜范围。

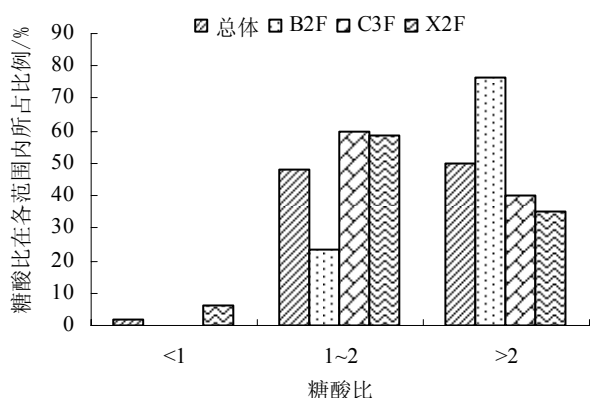


图 1 糖酸比在各范围内所占比例

Fig. 1 The proportion of the ratio of reducing sugar to nonvolatile organic acids in various grades of tobacco leaves

2.2 烟叶非挥发性有机酸含量与海拔高度的相关分析

烟叶非挥发性有机酸含量与海拔高度的相关分析结果如表 2 所示。在烤烟非挥发性有机酸测定出的 5 种成分中，各等级烟叶柠檬酸含量与海拔高度具有极显著正相关；其余 4 种成分与海拔高度的相关性表现不一，B2F 等级烟叶草酸、丙二酸含量和 C3F 等级烟叶丙二酸、丁二酸含量与海拔高度均具有显著或极显著负相关，X2F 等级烟叶草酸、苹果酸含量与海拔高度具有显著或极显著正相关。总体而言，各等级烟叶非挥发性有机酸总量随海拔高

度升高而增加，糖酸比则随海拔高度升高而降低，其中 X2F 等级烟叶非挥发性有机酸总量和糖酸比与海拔高度间的相关性达到极显著水平。

2.3 不同海拔区域烟叶非挥发性有机酸含量特征分析

采用海拔高度与烟叶非挥发性有机酸含量、糖酸比共 8 项指标进行聚类分析，不同等级烟叶样品的聚类分析结果列于表 3。聚类分析将 3 个等级的烟叶样品分为 3 类，各等级烟叶非挥发性有机酸指标在各类间均存在显著差异。

对 B2F 等级烟叶而言，第 I 类为海拔高度处于 700~800 m 左右的烟区，该烟区烟叶草酸和丙二酸含量均高于第 II、III 类烟区，苹果酸和柠檬酸含量则低于第 II、III 类烟区；第 II 类为海拔高度处于 950~1 150 m 左右的烟区，该烟区烟叶苹果酸含量显著高于低、高海拔烟区，其余 4 种非挥发性有机酸含量居中；第 III 类为海拔高度处于 1 150~1 300 m 左右的烟区，该烟区烟叶柠檬酸含量显著高于中低海拔烟区；总体而言，第 II 类烟区烟叶非挥发性有机酸总量显著高于第 I、III 类，糖酸比最为适宜。聚类分析将 C3F 等级烟叶按照海拔高度分为大致相同的 3 个区域，第 I 类烟区烟叶草酸、苹果酸和柠檬酸含量均低于其他烟区；第 II 类烟区烟叶草酸、苹果酸和柠檬酸含量均为最高；第 III 类烟区烟叶丙二酸和丁二酸含量为最低，其他 3 种非挥发性有机酸含量居中；总体而言，第 II 类烟区烟叶非挥发性有机酸总量显著高于第 I、III 类，糖酸比最为适宜。对 X2F 等级烟叶而言，第 I 类为海拔高度处于 700~800 m 左右的烟区；第 II 类为海拔高度处于 950~1 000 m 左右的烟区，烟叶丙二酸含量显著低于其他两烟区，其他非挥发性有机酸含量居中；第 III 类为海拔高度处于 1 050~1 300 m 左右的烟区，烟叶草酸、苹果酸和柠檬酸含量均显著高于第 I、II 烟区；总体而言，第 III 类烟区烟叶非挥发性有机酸总量显著高于第 I、II 类，糖酸比则以第 I、III 类烟区最为适宜。

表2 不同等级烤烟有机酸含量与海拔高度的相关分析

Table 2 The correlation analysis between nonvolatile organic acids and altitude in different tobacco grades

等级	草酸	丙二酸	丁二酸	苹果酸	柠檬酸	非挥发性有机酸总量	糖酸比
B2F	-0.602*	-0.914**	-0.042	0.397	0.730**	0.328	-0.199
C3F	0.222	-0.766**	-0.552*	0.272	0.726**	0.302	-0.366
X2F	0.585*	-0.087	0.236	0.657**	0.739**	0.666**	-0.756**

注: *表示相关性达到 0.05 显著水平; **表示相关性达到 0.01 极显著水平。

表3 海拔高度与烟叶非挥发性有机酸含量、糖酸比的聚类分析结果

Table3 Cluster analysis between altitude and nonvolatile organic acids, the ratio of reducing sugar to nonvolatile organic acids in different tobacco grades

等级	类别	草酸/ (mg·g ⁻¹)	丙二酸/ (mg·g ⁻¹)	丁二酸/ (mg·g ⁻¹)	苹果酸/ (mg·g ⁻¹)	柠檬酸/ (mg·g ⁻¹)	非挥发性有机 酸总量/(mg·g ⁻¹)	糖酸比
B2F	I (734m, 745m, 754m, 790m, 810m)	22.59a	5.30a	0.16	66.21b	5.50c	99.76b	2.41a
	II (975m, 980m, 1064m, 1065m, 1110m, 1112m, 1126m)	22.32a	4.11b	0.16	105.05a	7.89b	139.53a	1.88b
	III(1161m, 1203m, 1242m, 1249m, 1274m)	18.11b	3.86b	0.16	82.33b	9.77a	114.23b	2.40a
C3F	I (734 m, 745m, 754m, 760 m, 790m, 810m)	17.92b	4.40a	0.17a	86.70b	5.04b	114.24b	2.17ab
	II (975m, 980m, 1064m, 1065m, 1110m, 1112m, 1126m)	20.96a	3.57b	0.17a	121.70a	9.17a	155.56a	1.82b
	III(1161m, 1203m, 1220m, 1233m, 1242m, 1249m, 1274m)	18.50b	3.44b	0.16b	94.97b	8.18a	125.26b	2.22a
X2F	I (734 m, 745m, 754m, 790m, 810m)	17.36b	3.82a	0.17b	100.69b	6.38b	128.42b	1.78b
	II (975m, 980m)	18.53b	2.99b	0.18a	104.49b	7.53b	133.72b	2.19a
	III(1064m, 1065m, 1110m, 1112m, 1126m, 1161m, 1203m, 1242m, 1249m, 1274m)	21.35a	3.54a	0.18ab	155.89a	12.25a	193.22a	1.23c

注: 括号内数字为聚类分析后划分的海拔高度。

3 结论

湖北烤烟非挥发性有机酸总量平均为 139.62 mg/g, 等级间表现为: X2F>C3F>B2F, 5 种非挥发性有机酸在不同等级间均存在显著差异, 糖酸比总体较为适宜(1.89), 其中 B2F 等级烟叶糖酸比稍高于 2。

聚类分析将海拔高度与烟叶非挥发性有机酸含量、糖酸比共 8 项指标分为 3 类。从划分出的 3 个类别来看, B2F 和 C3F 等级烟叶在海拔高度为 950~1 150 m 左右、X2F 等级烟叶在海拔高度为 1 050~1 300 m 左右时, 非挥发性有机酸总量相对较高、糖酸比较为适宜。各等级烟叶在不同海拔高度下具有的非挥发性有机酸含量的高低差异使烟叶呈现出不同的香气风格。因此, 在叶组配方中可根据需要合理选用不同海拔高度下的烟叶。

参考文献

- [1] Weeks W W. Chemistry of tobacco constituents influence-ng flavor and aroms[J]. Rec Adv Tob Sci, 1985, 11: 175-200.
- [2] 刘百战, 蔡继宝, 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, 8(2): 1-5.
- [3] 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

(自然科学报), 2005, 31(3): 281-284.

- [4] 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.
- [5] 王树会, 李天福, 邵岩, 等. 不同烤烟品种及海拔对烟叶中有机酸的影响[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2006, 28(1): 127-130.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 武雪萍, 刘国顺, 彭华伟, 等. 有机、无机肥不同配比对烤烟中有机酸的影响[J]. 华北农学报, 2003, 18(1): 97-99.
- [9] 朱凯, 段风云, 李志明, 等. 不同用量苹果酸对烟叶中非挥发性有机酸的影响[J]. 昆明师范高等专科学校学报, 2005, 27(4): 25-28.
- [10] 简永兴, 杨磊, 谢龙杰. 湘西北海拔高度对烤烟常规化学成分含量的影响[J]. 生命科学研究, 2005, 9(1): 63-67.
- [11] 李天福, 王树会, 王彪, 等. 云南烟叶香吃味与海拔和经纬度的关系[J]. 中国烟草科学, 2005, (3): 22-24.
- [12] 王利杰, 卢红. 烟草有机酸研究进展[J]. 贵州农业科学, 2007, 35(3): 142-144.

(责任编辑 佟 英)