

郭明全,马君红,卢迪,等. 四川烟区烟叶有机酸含量综合评价[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):280-283.

# 四川烟区烟叶有机酸含量综合评价

郭明全<sup>1</sup>, 马君红<sup>2</sup>, 卢迪<sup>2</sup>, 凌爱芬<sup>3</sup>, 胡忠建<sup>4</sup>, 翟文汇<sup>5</sup>, 徐铁东<sup>3</sup>, 于建军<sup>2</sup>

(1. 四川省烟草公司攀枝花市烟草公司, 四川攀枝花 617026; 2. 河南农业大学烟草学院/国家烟草栽培生理生化研究基地, 河南郑州 450000;

3. 四川省烟草公司凉山州烟草公司, 四川西昌 615000; 4. 湖北中烟工业有限公司, 湖北武汉 430000;

5. 河南省烟草公司驻马店市烟草公司, 河南驻马店 463000)

**摘要:**以四川省 13 个植烟县 159 份烤烟样品有机酸含量为研究对象, 采用多重比较、聚类分析、灰色关联度分析等方法, 研究了不同部位、品种、海拔高度与烟叶有机酸含量之间的关系, 结果表明: 四川省烟叶有机酸各指标变异系数均较大, 异柠檬酸变异系数最大, 不饱和脂肪的变异系数相对较小, 苹果酸在有机酸中所占比例最大; 不同部位烟叶非挥发性有机酸含量表现为中部 < 上部 < 下部, 饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、有机酸总量, 随着部位的上升逐渐下降; 不同品种烤烟非挥发酸、高级脂肪酸、有机酸总量表现为云烟 97 > 红大 > 云烟 87 > 云烟 85; 植烟海拔高度与二十酸的关联度最大, 烟叶有机酸含量表现为低海拔 > 高海拔 > 中海拔, 丙二酸、油酸、亚麻酸在高、中、低海拔间差异达到 1% 水平的极显著差异, 乙二酸、富马酸随海拔高度的升高呈先升高再降低趋势, 丙二酸、Y-戊酮酸含量随海拔升高逐渐降低, 其他有机酸指标与植烟海拔高度变化规律不显著。

**关键词:**烤烟; 品种; 海拔; 非挥发酸; 高级脂肪酸

**中图分类号:** S572.01; TS41<sup>+</sup>1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2014)03-0280-03

烟草中的有机酸主要是指除氨基酸以外的有机酸<sup>[1]</sup>, 种类繁多, 含量差异大, 大部分与碱金属或有机碱结合成盐或以酯类的形式存在<sup>[2]</sup>。烟叶中有机酸含量为 12% ~ 16%, 其中非挥发性有机酸占烟叶重量的 5% ~ 10%。烟草中有机酸的种类和含量直接影响着卷烟的吸味品质。非挥发性有机酸以草酸、苹果酸及柠檬酸为主, 对抽吸品质有重要影响, 它们能与生物碱结合成盐, 调节烟气 pH 值, 在燃烧过程中, 有机酸分解产生的酸酐片段可调节烟气中质子化和游离态烟碱的比例, 从而极大地影响烟叶的劲头和吃味<sup>[3-5]</sup>。本研究通过对四川省不同部位、海拔、品种烟叶的有机酸含量进行分析评价, 以期找出影响有机酸含量的因素, 为烟叶生产和工业叶组配方使用提供理论依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试材料

2012 年, 在四川省凉山州宁南县、德昌县、普格县、会理县、会东县、盐源县、冕宁县、喜德县、西昌县、越西县、攀枝花市米易县、仁和县、泸州市叙永县 13 个植烟县的 53 个监测点, 分上(14 ~ 16 叶位)、中(8 ~ 12 叶位)、下(4 ~ 6 叶位)3 个部位抽取初烤烟叶样品共计 159 份, 每份样品 1.5 kg。其中各部位红大品种烟叶样品 12 份, 云烟 85 品种烟叶样品 20 份, 云烟 87 品种烟叶样品 12 份, 云烟 97 品种烟叶样品 9 份。海拔高度变化在 1 101 ~ 2 400 m 之间。

收稿日期: 2013-06-06

基金项目: 国家烟草专卖局项目(编号: 110200401003)。

作者简介: 郭明全(1967—), 男, 四川银山人, 农艺师, 主要从事烟草栽培技术研究工作。E-mail: gmqclp@163.com。

通信作用: 于建军(1957—), 男, 山东文登人, 教授, 主要从事烟草教学与研究。E-mail: mjh719@163.com。

### 1.2 测定方法

分别称取过 40 目烟末 1 g 放入干净的 100 mL 反应瓶中, 加入 500  $\mu$ L 内标(月桂酸)和 25 mL 硫酸甲醇溶液, 摇匀, 置于 60  $^{\circ}$ C 水浴锅中回流 2 h 进行甲酯化反应, 然后用滤纸过滤到盛 50 mL 蒸馏水的分液漏斗中, 二氯甲烷萃取 3 次, 每次 15 mL, 合并萃取液。萃取液经无水硫酸钠干燥后, 直接取 10  $\mu$ L 进行 GC/MS 分析。

### 1.3 统计分析方法

试验数据处理分析采用 SPSS 19.0 和 DPS 6.05 统计软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 四川省烟叶有机酸含量的总体分布状况

由表 1 可知, 苹果酸的含量最高, 占总有机酸总量的 34.10%。四川省烟叶有机酸含量变异系数均较大, 有机酸含量不稳定, 其中异柠檬酸的变异系数最大, 其次为 Y-戊酮酸。不饱和脂肪酸亚油酸、油酸和亚麻酸的变异系数较小, 相对稳定。整体上非挥发酸的变异系数普遍偏大。各个有计算的偏度系数均大于零, 为正向偏态峰, 其中十四酸、十七酸、二十酸、异柠檬酸具有较大的正值, 表明该 4 类有机酸分布具有右侧较长尾部。苹果酸、2,4-庚二烯酸、柠檬酸的峰度系数小于零, 数据相对分散; 其余有机酸峰度系数大于零, 数据分布相对集中。其中富马酸、异柠檬酸、十四酸、14-甲基十六酸、十七酸、二十酸的峰度系数均较大, 表明这几类有机酸有比正态分布更长的尾部。

### 2.2 不同部位烟叶有机酸含量分析

非挥发性有机酸通过平衡烟气的酸碱度来影响烟叶的吸食质量, 因而非挥发性有机酸对于判断烤烟的烟气是否醇和、评定烟气品质和相关可用性指标具有重要作用。由表 2 可知, 非挥发性有机酸总含量部位间变化规律表现为中部 < 上

表1 四川省烟叶有机酸含量描述性统计分析

指标	最小值 (mg/g)	最大值 (mg/g)	平均值 (mg/g)	变异系数 (%)	偏度系数	峰度系数
乙二酸	1.906 4	6.937 7	4.076 1	22.84	0.482	0.085
丙二酸	0.788 5	3.077 8	1.429 1	22.38	1.507	5.638
Y-戊酮酸	0.107 3	7.608 0	2.120 8	70.63	1.396	1.247
富马酸	0.098 4	1.260 5	0.249 7	43.51	4.549	39.973
丁二酸	0.096 4	0.495 2	0.243 7	30.35	0.699	0.960
苹果酸	5.746 8	39.500 7	18.390 7	36.03	0.404	-0.133
2,4-庚二烯酸	0.407 2	11.263 8	5.7633	39.66	0.640	-0.351
柠檬酸	0.900 7	9.027 7	3.655 2	44.62	0.507	-0.291
异柠檬酸	0.029 9	3.168 3	0.223 9	80.84	9.298	45.270
十四酸	0.060 5	0.806 9	0.132 3	64.53	5.855	42.535
十六酸	1.855 8	7.519 2	4.478 2	16.77	1.136	4.031
14-甲基十六酸	0.156 7	6.810 6	1.0722	65.13	3.610	24.337
十七酸	0.052 8	0.5791	0.132 7	46.58	5.285	33.892
亚油酸	1.365 3	5.261 5	2.867 3	18.4 3	1.361	4.098
油酸和亚麻酸	3.094 3	15.651 7	7.9949	18.04	1.342	5.961
十八酸	0.366 1	2.272 4	0.976 0	21.92	1.611	7.545
二十酸	0.013 5	1.118 3	0.134 6	67.89	7.121	43.539

表2 不同部位烟叶有机酸含量分析

种类	酸性成分	有机酸含量(mg/g)		
		上部	中部	下部
非挥发性有机酸	乙二酸	4.132 9	4.028 7	4.238 0
	丙二酸	1.494 6	1.383 5	1.405 6
	Y-戊酮酸	2.166 1	2.107 8	2.176 0
	富马酸	0.242 4	0.263 1	0.244 9
	丁二酸	0.232 1	0.257 5	0.242 9
	苹果酸	17.899 6	18.467 5	18.799 2
	2,4-庚二烯酸	5.632 0	5.717 8	5.930 6
	柠檬酸	3.827 9	3.531 6	3.683 9
	异柠檬酸	0.185 5	0.181 0	0.318 9
	总量	35.813 0	35.938 5	37.040 0
高级饱和脂肪酸	十四酸	0.136 0	0.140 0	0.121 9
	十六酸	4.373 6	4.491 5	4.567 8
	14-甲基十六酸	1.047 1	1.025 6	1.137 3
	十七酸	0.138 1	0.123 6	0.135 5
	十八酸	0.946 9	0.981 8	0.999 2
	二十酸	0.148 0	0.129 0	0.126 4
	总量	6.789 7	6.891 5	7.088 1
	高级不饱和脂肪酸	亚油酸	2.917 5	2.780 7
油酸和亚麻酸		7.729 9	8.124 6	8.138 1
总量		10.647 3	10.905 3	11.032 9
有机酸总量	53.250 0	53.735 3	55.161 0	

部<下部,苹果酸、2,4-庚二烯酸不同部位间变化规律与非挥发性有机酸的总量变化规律一致。

高级脂肪酸可分为饱和脂肪酸(十四酸肉豆蔻、十七酸、十六酸棕榈酸、14-甲基十六酸、十八酸硬脂酸、二十酸)和不饱和脂肪酸(油酸 $C_{18}$ 、亚油酸 $C_{18:2}$ 和亚麻酸 $C_{18:3}$ )两类。Davis等的研究表明,大部分饱和脂肪酸赋予烟叶一种腊味、脂味及柔和的香味,而高级不饱和脂肪酸会增加烟气的粗糙感和刺激性<sup>[6-7]</sup>。比较分析表明,饱和脂肪酸与不饱和脂肪酸在不同部位的分布规律一致,均为上部<中部<下部。有机酸的总量在不同部位间的分布规律与高级脂肪酸的分布规律一致,为上部<中部<下部。

### 2.3 品种对有机酸含量的影响分析

同一种有机酸含量在不同基因型类群之间差异较大。由表3可知,不同品种间,非挥发性有机酸和不饱和脂肪酸含量多重比较分析结果一致,云烟97与红大、云烟85、云烟87达到了1%水平的极显著差异,红大、云烟85、云烟87烟叶品种间差异不显著。饱和脂肪酸含量云烟97与云烟85、云烟87存在1%水平的极显著差异,云烟85和云烟87之间存在1%水平的极显著差异。就有机酸总量而言,云烟97与红大、云烟85、云烟87均存在1%水平的极显著差异,红大与云烟85、云烟87也存在1%水平的极显著差异,云烟87、云烟97之间差异不显著。不同品种间非挥发性有机酸、饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、有机酸总量大小顺序一致,均为云烟97>红大>云烟85>云烟87。

表3 不同品种有机酸差异分析

品种	有机酸含量(mg/g)			
	非挥发性酸	饱和脂肪酸	不饱和脂肪酸	总量
红大	34.675 4B	6.884 3B	10.764 9B	52.324 6C
云烟85	34.187 8B	6.875 1B	10.741 7B	51.804 5B
云烟87	34.148B	6.692 3C	10.726 7B	51.566 9B
云烟97	48.610 0A	7.582 3A	12.311 7A	68.504 0A

注:表中同列数据后不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

### 2.4 海拔高度对烟叶有机酸含量的影响分析

2.4.1 海拔高度与有机酸含量的灰色关联度分析 四川烟区是我国主要的烤烟产区,海拔高度相差大,地势西高东低,立体气候明显。将海拔与烟叶有机酸的各项指标均值化处理后,进行灰色关联度分析,研究烟叶有机酸与海拔间的关系。

参考数列: $X_0 = [x_0(k), k = 1, 2, \dots, 18] = [x_0(1)]$

比较数列: $X_i = [x_i(k), k = 1, 2, \dots, 18] = [x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(18)]$

式中: $i = 1$ (乙二酸)、 $2$ (丙二酸)、 $3$ (Y-戊酮酸)、 $4$ (富马酸)、 $5$ (丁二酸)、 $6$ (苹果酸)、 $7$ (2,4-庚二烯酸)、 $8$ (柠檬酸)、 $9$ (异柠檬酸)、 $10$ (十四酸)、 $11$ (十六酸)、 $12$ (14-甲基十六酸)、 $13$ (十七酸)、 $14$ (十八酸)、 $15$ (二十酸)、 $16$ (亚油酸)、 $17$ (油酸和亚麻酸)、 $18$ (有机酸总量)。

则比较数列  $X_i$  对参考数列  $X_0$  的关联系数为:

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min_i \times \min_k |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_i \times \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| - \rho \max_i \times \max_k |x_0(k) - x_i(k)|}$$

$\rho$  为分辨系数,取 0.5。灰色关联度:  $r(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon_i(k)$

通过植烟海拔高度与烟叶有机酸各项指标的灰色关联度分析,可将植烟海拔高度与烟叶有机酸含量的关联程度按大小顺序进行排列。由表 4 可知,在植烟海拔高度与烟叶有机酸的灰色关联度中以二十酸最大,总量次之, Y-戊酮酸最小,灰色关联系数分别为 0.796 3、0.736 0、0.509 1。关联系数是因素之间关联度的量度,其值愈大,反映子序列(植烟海拔高度)与母序列(有机酸各项指标)的相关性愈大,由此可知海拔高度与二十酸的相关性最大。

表 4 植烟海拔高度与烟叶有机酸灰色关联度分析

指标	关联系数	关联序
乙二酸	0.708 4	7
丙二酸	0.706 6	8
Y-戊酮酸	0.509 1	18
富马酸	0.638 3	13
丁二酸	0.687 6	9
苹果酸	0.643 2	12
2,4-庚二烯酸	0.615 7	16
柠檬酸	0.626 9	15
异柠檬酸	0.645 1	11
十四酸	0.664 2	10
十六酸	0.790 5	2
14-甲基十六酸	0.610 2	17
十七酸	0.732 4	6
亚油酸	0.773 2	3
油酸和亚麻酸	0.636 5	14
十八酸	0.758 2	4
二十酸	0.796 3	1
有机酸总量	0.736 0	5

#### 2.4.2 不同类别海拔高度与烟叶有机酸含量的差异分析

取中部烟叶作为研究对象,用聚类分析的方法,将植烟海拔高度分为高、中、低 3 类,并对不同海拔的烟叶有机酸含量进行多重比较分析,各类植烟海拔高度烟叶有机酸含量多重比较分析结果见表 5。由表 5 可知 Y-戊酮酸、14-甲基十六酸低海拔与高、中海拔存在 1% 水平的极显著差异,丙二酸、油酸和亚麻酸 3 个海拔高度间均存在 1% 水平的极显著差异;十八酸高海拔与中、低海拔间存在 5% 水平的显著差异,有机酸总量低海拔与中、高海拔间存在 5% 水平的显著性差异。乙二酸、富马酸、丁二酸、苹果酸、十四酸、十六酸、十七酸、二十酸不同海拔间无显著性差异。乙二酸、富马酸随海拔高度升高,先升高再降低。丙二酸、Y-戊酮酸在不同植烟海拔分布规律为低海拔 > 中海拔 > 高海拔。有机酸总量表现为低海拔 > 高海拔 > 中海拔。

### 3 结论与讨论

对四川省 13 个植烟县烤烟样本研究发现,四川省烟叶有机酸含量变异系数均较大,有机酸含量不稳定,其中异柠檬酸的变异系数最大,不饱和脂肪酸的变异系数相对较小,苹果酸的含量最高,占总有机酸总量的 34.10%。

表 5 不同植烟海拔高度烟叶有机酸含量多重比较分析

有机酸种类	有机酸含量 (mg/g)		
	海拔 1 101 ~ 1 467 m	海拔 1 599 ~ 1 800 m	海拔 1 800 ~ 2 400 m
乙二酸	3.619 9	3.868 1	3.617 2
丙二酸	1.615 4A	1.384 5B	1.261 9C
Y-戊酮酸	3.317 4A	1.861 6B	1.682 1B
富马酸	0.234 0	0.314 0	0.232 7
丁二酸	0.250 0	0.232 0	0.281 7
苹果酸	21.507 0	17.115 8	17.544 6
2,4-庚二烯酸	7.144 6a	5.532 5ab	5.366 7b
柠檬酸	4.524 6Aa	2.958 3Bb	3.247 4ABb
异柠檬酸	0.189 1a	0.145 6b	0.152 5ab
十四酸	0.116 0	0.115 2	0.168 5
十六酸	4.456 0	4.237 5	4.686 3
14-甲基十六酸	1.650 6A	0.859 8B	0.963 4B
十七酸	0.125 5	0.115 8	0.128 4
十八酸	0.930 6ABb	0.868 6Bb	1.076 1Aa
二十酸	0.132 0	0.131 6	0.124 2
亚油酸	2.997 5a	2.673 3b	2.775 5ab
油酸和亚麻酸	8.084 5A	7.585 7B	8.409 9C
总量	60.894 5a	50.000 5b	51.719 1b

注:表中同列数据后不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ ),不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。

从四川省烟叶有机酸的部位变化来看,有机酸含量平均值在不同部位间表现为:非挥发性有机酸总含量上部 < 中部 < 下部,其中苹果酸、2,4-庚二烯酸不同部位间变化规律与非挥发性有机酸的总量变化规律一致,这与武学平等的研究结果<sup>[8]</sup>一致。饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、有机酸总量随着部位的上升逐渐下降。

有机酸对烟叶品质有重要的影响,其含量高低与品种关系密切。本试验的 4 个品种中所检测出的有机酸组分相同,但各组分的含量差异较大。不同品种间非挥发性有机酸、饱和脂肪酸、不饱和脂肪酸、有机酸总量中,云烟 97 的含量均最高,云烟 85 最小。由于云烟 85 和云烟 87 均是红大和 G28 杂交后所得,两品种亲缘关系相同,品种间有机酸差异不显著<sup>[9-10]</sup>。各品种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择用。

灰色关联分析表明,植烟海拔高度与烟叶有机酸各项指标的灰色关联值均较大,说明植烟海拔高度对烟叶有机酸含量的影响较大,其中在植烟海拔高度与二十酸关联度最大,总量次之,Y-戊酮酸最小。不同海拔高度的烟叶有机酸总含量表现为低海拔 > 高海拔 > 中海拔,中海拔区(1 500 ~ 1 800 m)的总有机酸含量相对较低,这与王树会等的研究结果<sup>[11]</sup>不同,可能于当地的气候条件在一定程度上影响烟叶有机酸的含量。就单个指标而言,Y-戊酮酸、14-甲基十六酸低海拔与高、中海拔存在 1% 水平的极显著差异,高、中、低海拔间的丙二酸、油酸和亚麻酸差异达到 1% 水平的极显著差异;十八酸在高海拔与中、低海拔间达到 5% 水平的显著差异,有机酸总量低海拔与中、高海拔间达到 5% 水平的显著性差异。乙二酸、富马酸随海拔高度升高,呈先升高再降低趋势,丙二酸、Y-戊酮酸在不同植烟海拔间的分布规律为低海拔 > 中海拔 > 高海拔。其他有机酸指标与植烟海拔高度变化不规律不显著。

邱玉春,蔡国华,吴清辉,等. 主流烟气氨含量与烟叶主要化学成分的相关性分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):283-285.

# 主流烟气氨含量与烟叶主要化学成分的相关性分析

邱玉春,蔡国华,吴清辉,黄朝章

(福建中烟工业有限责任公司技术中心,福建厦门 361022)

**摘要:**对主流烟气氨含量与烟叶6种主要化学成分(总糖、总氮、还原糖、烟碱、钾、氯)含量的相关性进行了探讨。将23种单料烟叶卷制成卷烟,并采用离子色谱和连续流动分析仪分别测定了主流烟气氨含量及烟叶中主要化学成分含量。结果表明:烟叶中总糖、还原糖、钾含量和主流烟气中氨含量呈显著负相关;烟叶中总氮、烟碱、氯含量和主流烟气氨含量呈显著正相关。

**关键词:**烟气;烟叶;氨;化学成分;相关性

**中图分类号:**S572.01;TS41<sup>+</sup>1 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2014)03-0283-03

适量的氨含量对于碳水化合物和有机酸较多的卷烟是必要的,过量的氨含量会产生强烈的刺激性,不仅影响卷烟口味,还会刺激人体的视觉及呼吸系统,长期吸入氨会对人体造成较严重的危害,因此氨被视为“霍夫曼清单”中44种有害成分之一<sup>[1-2]</sup>。卷烟主流烟气中氨的形成机理已见诸报道,相关研究表明,烟气氨主要前体物是烟叶中的含氮化合物,如硝酸盐、铵盐、亚硝酸盐、氨基酸、蛋白质、酰胺、含氮杂环化合物等<sup>[3-4]</sup>。但以往研究中大多采用单一含氮化合物的纯品进行烟气模拟热裂解分析,忽略了烟气本底的多样性,卷烟燃烧过程的复杂性和多物质共存时的拮抗性<sup>[5-6]</sup>。烟气成分含量是由烟叶内在化学成分的种类和含量决定<sup>[7]</sup>。烟叶化学成分有3000多种,而目前烟叶入库评价的主要化学成分指标有总糖、还原糖、总氮、烟碱、钾、氯含量,它们在一定程度上可反映烟叶品质。本研究通过分析主流烟气氨的释放量与烟叶

主要化学成分间的相关性,探索影响烟气氨含量的成因,旨在为卷烟工业企业设计低危害烤烟型卷烟配方提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料和仪器

23个烟叶样品由福建中烟工业有限责任公司提供。将烟叶经同一制丝工艺处理后卷制成烟支。选取平均吸阻为(1000±50)Pa和平均质量为(0.90±0.01)g的烟支为合格烟支。

甲烷磺酸(纯度>99%,Acros公司)、浓盐酸(分析纯,广东汕头西陇化工厂)、铵离子标准溶液(分析纯,中国计量科学研究院);离子色谱仪(美国戴安公司)、IonpacCS12A阳离子交换分析柱(美国戴安公司)、IonpacCG12A阳离子交换预柱(美国戴安公司)、70 mL打孔气体吸收瓶(上海讯宏仪器公司);GFL3017型台式旋转振荡器(德国Gesellschaft公司);FUTURA型自动分析仪(法国Alliance公司);AG104型电子天平(感量0.0001g,瑞士Mettler Toledo公司);SM400直线型吸烟机(英国Filtrona公司);Human型超纯水系统(北京普析通用仪器有限责任公司);0.45 μm水相滤膜(美国Agilent公司)。

收稿日期:2013-07-19

作者简介:邱玉春(1975—),女,福建龙岩人,助理工程师,主要从事烟草工艺研究。

通信作者:吴清辉(1981—),男,福建厦门人,工程师,主要从事烟草化学研究。E-mail:lf489@163.com。

以往对烟叶有机酸的研究主要集中在栽培措施、肥料、烘烤调制等方面,在此基础上,本研究以四川省13个植烟县烤烟样品为材料,综合分析了四川省烤烟有机酸含量在不同部位、品种、海拔间的分布特征,深入研究了这3种因素对四川省烟叶有机酸含量的影响。而有机酸含量差异分析的分子基础研究,有待作为下一步研究的重点。

## 参考文献:

- [1]烟草化学与分析编写组. 烟草化学与分析[M]. 北京:中国财政经济出版社,1992.
- [2]史宏志,刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.
- [3]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.
- [4]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.

- [5]刘百战,徐亮,詹建波,等. 云南烤烟中非挥发性有机酸和某些高级脂肪酸的分析[J]. 中国烟草科学,1999(2):28-31.
- [6]Davis D L. Waxes and lipids in leaf and their relationship to smoking quality and aroma[J]. Recent Adv Tobacco Science,1976,2:80-106.
- [7]Kallianos A G. Phenolics and acids in leaf and their relationship to smoking quality and aroma[J]. Recent Advances in Tobacco Science,1976,2:61-79.
- [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]李永平,王颖宽,马文广,等. 烤烟新品种云烟87的选育及特征特性[J]. 中国烟草科学,2001,22(4):38-42.
- [10]谭彩兰,李永平,王颖宽,等. 烤烟新品种云烟85的选育及其特征特性[J]. 中国烟草科学,1997(1):8-11.
- [11]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.