

## 不同品种烤烟鲜叶表面提取物主要成分比较

吴云平<sup>1</sup>, 潘文杰<sup>2</sup>, 李章海<sup>3</sup>, 朱显灵<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>安徽中烟工业公司原料部, 合肥 230088; <sup>2</sup>贵州省烟草科学研究所, 贵阳 550081;

<sup>3</sup>中国科学技术大学烟草与健康研究中心, 合肥 230051)

**摘要:**为研究贵州主栽烟草品种的品质特征, 开发生产特色优质烟服务。2009年选取4个贵州省主栽烟草品种为对象, 研究其叶表面提取物特征。所用品种包括‘云烟85’、‘K326’、‘贵烟201’和‘南江3号’, 每个品种均分下中上3个部位采取成熟鲜叶, 用二氯甲烷提取叶表面物质进行分析检测。结果表明: 烤烟(*Nicotiana Tabacum*)叶表面提取物主要包括烟碱、新植二烯、腺毛分泌物和烷烃类。不同品种叶表面提取物主要成分含量存在一定差异。4个品种叶表面提取物总量、新植二烯含量和腺毛分泌物含量的排序为‘南江3号’<‘K326’<‘贵烟201’<‘云烟85’, 烷烃物质平均含量排序为‘南江3号’<‘云烟85’<‘贵烟201’<‘K326’。各品种烟叶腺毛分泌物中松香油平均含量与其他萜烯类物质总量相当, 西柏三烯二醇含量大于西柏三烯一醇含量,  $\alpha$ -西柏三烯二醇平均含量是 $\beta$ -西柏三烯二醇含量的2倍以上。各品种烷烃物质含量均以中部叶含量最低, 其原因有待进一步研究分析。

**关键词:**烤烟; 叶表面提取物; 萜烯类; 西柏三烯醇

中图分类号: S572

文献标志码: A

论文编号: 2010-1704

### Comparison of Major Cuticular Components from Cured Leaves of Different Flue-cured Tobacco Varieties

Wu Yunping<sup>1</sup>, Pan Wenjie<sup>2</sup>, Li Zhanghai<sup>3</sup>, Zhu Xianling<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Anhui Tobacco Industrial Corporation, Hefei 230088; <sup>2</sup>Guizhou Tobacco Research Institute, Guiyang 550081;

<sup>3</sup>Research Center of Tobacco and Health, University of Science and Technology of China, Hefei 230051)

**Abstract:** In order to find the leaf quality characteristics of major grown tobacco varieties for the purpose of producing special quality leaves, the author selected four tobacco varieties, ‘Yunyan 85’, ‘K326’, ‘Guiyan 201’ and ‘Nanjiang 3’, which were widely grown in Guizhou, to study the characteristic of leaf cuticular components. The major cuticular components from cured leaves at three plant positions of four flue-cured tobacco varieties grown in Guizhou were analyzed after extracted with methylene chloride. The results showed that the major cuticular components of cured leaf were nicotine, neophytadiene, trichome exudates and alkanes, the amount of which varied among various varieties. The order of total cuticular components, neophytadiene and trichome exudates for four varieties, from low to high was ‘Nanjiang 3’, ‘K326’, ‘Guiyan 201’ and ‘Yunyan 85’. The average content of retinol was roughly equal to the total amount of all other terpenes, the average content of cembratriene-diol was more than that of cembratriene-ol, the level of  $\alpha$ -cembratriene-diol was more than twice as that of  $\beta$ -cembratriene-diol. The average levels of alkanes from middle position leaves of all varieties were the lowest; further research was needed to explore the causes.

**Key words:** flue-cured tobacco; cuticular components; terpenes; cembratriene-diol

**基金项目:** 贵州烟草专卖局(公司)科技重大专项“贵州省特色优质烟叶研究与开发”(2007-04)。

**第一作者简介:** 吴云平, 男, 1974年出生, 安徽休宁人, 学士, 农艺师, 研究方向: 烟草生产栽培、质量检验与仓储养护。通信地址: 230088 安徽中烟工业公司原料部, E-mail: wuypp12345@hotmail.com。

**通讯作者:** 朱显灵, 男, 1957年出生, 博士, 副研究员, 研究方向: 烟草生态、栽培生理与品质评价。通信地址: 230051 安徽省合肥市徽州大道1129号中国科学技术大学烟草与健康研究中心, E-mail: xlzhu@ustc.edu.cn。

**收稿日期:** 2010-06-03, **修回日期:** 2010-08-01。

## 0 引言

烟草(*Nicotiana Tabacum*)叶片表面生长着大量的腺毛,这些腺毛分泌物被认为与烟草品质和香味有密切关系<sup>[1-3]</sup>。20世纪50年代以来,国内外科研人员对烟草腺毛形态、密度及其分泌物进行了大量的研究。他们通过各种方法提取腺毛及分泌物,运用气相色谱(GC)和质谱(MS)分析,鉴定出烟草腺毛中主要含有类西柏烷和类赖百当二萜、糖脂、表面蜡和一些微量组分,其中烤烟腺毛分泌物主要是类西柏烷类物质<sup>[4-14]</sup>。

众多研究表明,影响烟草腺毛特征及其分泌物特点的主要因素是遗传构成。Burk等<sup>[15]</sup>指出,具有非腺型或简单腺毛的烟草并不产生大量的二萜烯、蔗糖酯、脂肪醇和蜡脂。Severson等<sup>[16]</sup>指出,不同类型的烟草腺毛分泌物存在明显差异。烤烟和白肋烟主要含有 $\alpha$ -西柏三烯二醇和 $\beta$ -西柏三烯二醇、脂肪醇及烃类化合物,而香料烟不仅含有以上成分,还含有顺-冷杉醇、赖百当萜醇和蔗糖脂等。Nielsen and Severson<sup>[17]</sup>分析了不同品种及其后代品系腺毛密度和分泌物含量的相关性。发现一些腺毛密度很小的品系,其腺毛分泌物的含量与腺毛密度呈正相关;而腺毛密度大的品系,其腺毛分泌物的含量与腺毛密度不具有密切相关性。某些品系的西柏三烯二醇含量可达亲本的2~3倍。

为探明贵州烟叶腺毛分泌物成分和含量的差异,笔者选取4个贵州当前主栽品种和新育成品种,分下中上3个部位采取成熟叶片烘烤,分别测定其叶表面提取物。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验时间、地点

本试验于2009年在贵州省烟草科学研究所龙岗试验站(贵阳市开阳县)进行。试验地点海拔1125 m,经度107°06'774",纬度26°52'372",地势平坦,排水畅通。土壤为砂壤黄泥土,肥力中等。有机质3.26%~3.74%,速效氮106~122  $\mu\text{g/g}$ ,速效磷7.9~8.3  $\mu\text{g/g}$ ,速效钾53~57  $\mu\text{g/g}$ 。

### 1.2 试验材料

试验选用‘云烟85’、‘K326’、‘贵烟201’和‘南江3号’4个主栽烟草品种为对象。所有品种皆采取一般大田常规垄栽方式,大田生长期为5—10月。移栽密度为19200株/ $\text{hm}^2$ 左右,株行距52 cm $\times$ 100 cm,每公顷施纯氮90 kg。采用常规高产栽培管理措施进行田间管理,并分别记录团棵、现蕾、中心花开放、打顶、采收等日期。

选取15株生长均匀一致的烟株挂牌,分上中下3个部位(第3~4叶代表下部叶、9~10叶代表中部叶、16~

17叶代表上部叶)采取烟叶。每次每株采一片,统一装入炕房烘烤,烤后叶全部用于提取叶表面提取物。

### 1.3 叶表面物质提取和分析

从每片烟叶的叶基部、中部和前部各剪取6块烟叶,所取烟叶称重,统一平衡水分,然后用500 mL烧杯分3次逐次浸洗。浸提方法参考Severson<sup>[18]</sup>和孔光辉<sup>[19]</sup>的方法,即用二氯甲烷萃取。具体做法是,用500 mL的烧杯内装200 mL的二氯甲烷,用镊子逐片将烟叶直接浸入到二氯甲烷溶液中,并停留2 s。然后将烟叶捞出,待叶片上的二氯甲烷排干后,再次浸入到二氯甲烷溶液中,同样停留2 s。如此一共进行4次。第1级提取完成后,再用第2只烧杯中重复浸洗,每次浸洗的时间和次数与第1级相同,但采取倒序提取(即第1级最后提取的叶片第2级首先被浸洗)。第2级提取完成后,再进行第3次提取,方法同前2次相同,仍然采取倒序提取。3次提取完成后,将含有叶面提取物的溶剂过滤(滤纸内放无水硫酸钠50 g)到平底烧瓶内。过滤漏斗、烧杯和滤纸均用二氯甲烷冲3次以上。然后将浸提液和洗液一起转移至旋转蒸发仪中,在40℃下浓缩,最后移入琥珀色瓶中,定容至10 mL,置于0℃左右暗处备测。

称取0.336 g芳樟醇于500 mL容量瓶中用异丙醇定容,转移到试剂瓶中,贴上标签,作为内标。移取烟叶腺毛分泌物提取浓缩物2 mL,加入1 mL内标,再浓缩至1 mL,进行GC或GC/MS分析。使用TRACE GC气相色谱仪(Finnigan公司),色谱柱:DB-5 30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu\text{m}$ ;初温100℃,恒温2 min后以4℃/min升至180℃,保持30 min以8℃/min升至280℃,保持25 min;进样口温度250℃,FID温度280℃;载气氦气,流速1.5 mL/min;分流流量60 mL/min;进样量2.0  $\mu\text{L}$ 。质谱仪为PE公司Turbo Mass,质谱柱:DB-5 30 m $\times$ 0.25 mmid $\times$ 0.25  $\mu\text{m}$ df.;载气为氦气,流速1.5 mL/min;传输线温度250℃,离子源温度170℃;EI能量70 eV,扫描范围35~450 uam。其余条件同色谱。

## 2 结果与分析

分析结果表明,烤烟叶表面提取物主要包括烟碱、新植二烯、腺毛分泌物(主要是萜烯类)和烷烃。

### 2.1 不同品种叶表面提取物总量

不同品种叶表面提取物主要成分总量存在一定差异(图1)。*‘南江3号’*平均总量为204.82  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ (干质量,下同),*‘K326’*、*‘贵烟201’*和*‘云烟85’*平均总量分别为554.92  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 、563.83  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 和566.72  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 。*‘南江3号’*叶表面提取物主要成分总量不到另外3个品种的1/2。

不同品种各类叶表面提取物含量差异比较明显。‘南江3号’烟碱平均含量为39.24 μg/(g DM), ‘K326’和‘贵烟201’为118.18 μg/(g DM)和107.86 μg/(g DM), ‘云烟85’为239.78 μg/(g DM)。(‘云烟85’含量是‘K326’和‘贵烟201’的2倍以上,是‘南江3号’的6倍以上。由于烟碱是在烟株由根部合成后运输到叶表和腺毛中的,不是烟叶表面合成物质,因此笔者将不对其做进一步讨论。

新植二烯是叶绿素的降解产物,‘南江3号’和‘K326’新植二烯平均含量分别为39.98 μg/(g DM)和42.66 μg/(g DM), ‘贵烟201’和‘云烟85’含量分别为85.45 μg/(g DM)和84.28 μg/(g DM),后2个品种是前2个品种的2倍多。

4个品种每克烟叶腺毛分泌物平均含量表现为较均匀的递增,‘南江3号’、‘K326’、‘贵烟201’和‘云烟85’平均含量分别为33.99 μg/(g DM)、54.09 μg/(g DM)、

61.52 μg/(g DM)和74.75 μg/(g DM), ‘云烟85’含量是‘南江3号’含量的2倍以上。

烷烃类是叶面蜡质的主要成分,品种间平均含量差异较大。‘南江3号’、‘云烟85’、‘贵烟201’和‘K326’平均含量分别为91.62 μg/(g DM)、167.91 μg/(g DM)、309 μg/(g DM)和340 μg/(g DM), ‘K326’含量是‘云烟85’含量的2倍多,接近‘南江3号’含量的4倍。‘云烟85’含量约为‘南江3号’的2倍,但约为‘贵烟201’含量的1/2,不及‘K326’含量的一半。

2.2 不同品种各部位叶表面提取物主要成分含量

不同品种间各部位叶表面提取物主要成分含量同样存在差异,变化趋势亦不相同。

从表1可以看出,‘南江3号’、‘贵烟201’和‘云烟85’等品种新植二烯含量均随着叶位的升高而减少,它们上中下3个部位新植二烯含量的近似比例分别为1:2:3、1:2.6:3.7、1:1.3:6.4,下部叶含量是上部叶含量的数倍。‘K326’不同部位烟叶新植二烯含量比较接近,且随着叶位的升高略有增加。

品种间不同部位烟叶腺毛分泌物含量变化差异较大。所有品种下部叶腺毛分泌物含量皆最低,中上部叶含量较高。其中,‘南江3号’和‘云烟85’中部叶含量最高,‘K326’和‘贵烟201’上部叶含量最高。但是,‘贵烟201’中上部叶含量几乎相等,而‘云烟85’中部叶含量几乎是上部叶含量的2倍。

不同品种烷烃类物质含量在部位间变化基本一致,皆表现中部叶含量低,下部叶和上部叶含量高。其中,‘南江3号’和‘云烟85’上部叶和下部叶含量基本相等,而‘K326’和‘贵烟201’上部叶含量明显高于下部叶含量。

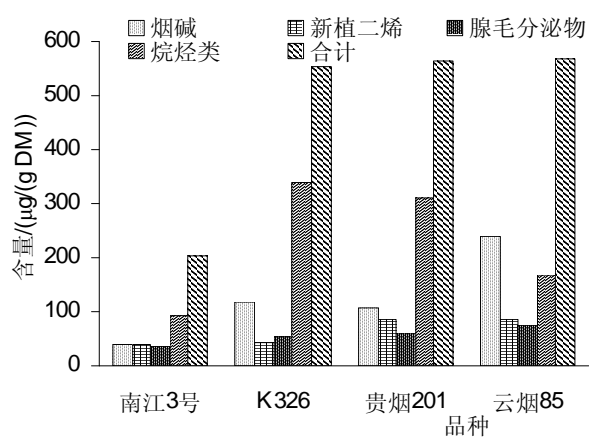


图1 不同品种叶表面提取物主要成分含量

表1 不同品种各部位烟叶表面提取物主要成分含量

μg/(g DM)

品种	部位	烟碱	新植二烯	腺毛分泌物	烷烃类	合计
‘南江3号’	下部	16.91	61.67	19.67	96.87	195.13
	中部	48.45	38.61	45.59	84.11	216.77
	上部	52.36	19.64	36.71	93.87	202.58
‘K326’	下部	38.98	35.65	23.01	341.66	439.3
	中部	34.57	41.99	58.98	198.39	333.93
	上部	280.98	50.35	80.29	479.91	891.53
‘贵烟201’	下部	41.33	129.73	22.07	306.26	499.39
	中部	106.35	91.54	80.27	240.72	518.87
	上部	175.89	35.08	82.23	380.02	673.23
‘云烟85’	下部	126.03	185.81	54.30	205.32	571.46
	中部	238.83	38.20	106.54	98.59	482.16
	上部	354.49	28.82	63.40	199.82	646.53

### 2.3 不同品种主要腺毛分泌物含量

烟叶腺毛分泌物主要包括松香油、西柏烷、西柏三烯一醇、 $\alpha$ -西柏三烯二醇和 $\beta$ -西柏三烯二醇等萜烯类物质<sup>[21]</sup>以及降解物质茄酮和降茄二酮。从平均含量看,松香油含量几乎与所有其他物质(均为西柏烷类物质及其降解产物)总量相当。

从表2可以看出,4个品种腺毛分泌物总量和各种腺毛分泌物含量都表现为‘南江3号’<‘K326’<‘贵烟201’<‘云烟85’。各种腺毛分泌物平均含量品种间变异系数以西柏烷最大(47.47%), $\alpha$ -西柏三烯二醇和降茄二酮次之,分别为40.30%和39.32%, $\beta$ -西柏三烯二醇、西柏三烯一醇、茄酮和松香油品种间平均含量变异系数分别为31.13%、29.62%、29.08%和24.26%。

各种腺毛分泌物含量部位变化不一致。除茄酮、降茄二酮含量皆随着烟叶部位的升高增加外,其他物质含量的变化因品种而异。‘南江3号’、‘K326’和‘云烟85’3个品种西柏烷含量随叶位升高增加,但‘贵烟201’中部叶西柏烷含量显著高于上部叶和下部叶含量;‘南江3号’、‘贵烟201’和‘云烟85’3个品种中部叶松香油含量最高,‘K326’含量随烟叶部位升高增加。‘南江3号’和‘云烟85’中部叶西柏三烯醇(包括西柏三烯一醇、 $\alpha$ -西柏三烯二醇和 $\beta$ -西柏三烯二醇)含量最高,‘K326’和‘贵烟201’西柏三烯醇含量随叶位升高增加。

### 2.4 不同品种西柏三烯醇含量

西柏三烯醇是烟叶腺毛分泌物的最重要成分。不同品种3种西柏三烯醇总量存在一定差异,‘南江3号’、‘K326’、‘贵烟201’和‘云烟85’平均总量分别为8.38  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 、17.72  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 、17.73  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 和22.27  $\mu\text{g}/(\text{g DM})$ 。可见,‘K326’与‘贵烟201’含量几乎相等,‘云烟85’含量接近与‘南江3号’含量的3倍。所有品种西柏三烯二醇(2种异构体)含量均大于西柏三烯一醇含量, $\alpha$ -西柏三烯二醇含量大于 $\beta$ -西柏三烯二醇含量(图2)。

不同品种3种西柏三烯醇含量比例不一致,各个品种部位间变化也不统一。‘南江3号’西柏三烯一醇含量小于 $\alpha$ -西柏三烯二醇含量但大于 $\beta$ -西柏三烯二醇含量;‘K326’3种西柏三烯一醇含量不仅小于 $\alpha$ -西柏三烯二醇含量,而且小于 $\beta$ -西柏三烯二醇含量;‘贵烟201’西柏三烯一醇含量小于 $\alpha$ -西柏三烯二醇含量,亦小于 $\beta$ -西柏三烯二醇含量;‘云烟85’西柏三烯一醇含量小于 $\alpha$ -西柏三烯二醇含量但略大于 $\beta$ -西柏三烯二醇含量。从成份看, $\alpha$ -西柏三烯二醇部位间含量增减幅度差异最大;从品种看,‘云烟85’不同部位间含量差异明显(图2)。

### 2.5 不同品种烷烃物质含量

烟叶表面提取物中烷烃物质是烟叶表面蜡质的重要成分,其平均含量从高到低排序依次为三十二烷、异

表2 不同品种主要腺毛分泌物含量

品种	部位	$\mu\text{g}/(\text{g DM})$						
		茄酮	降茄二酮	西柏烷	松香油	西柏三烯一醇	$\alpha$ -西柏三烯二醇	$\beta$ -西柏三烯二醇
‘南江3号’	下部	2.85	1.20	1.01	8.82	1.26	3.51	1.02
	中部	3.43	2.69	1.31	24.96	4.13	5.16	3.90
	上部	4.45	3.68	2.30	20.14	1.76	3.03	1.35
	平均	3.58	2.52	1.54	17.97	2.38	3.90	2.09
‘K326’	下部	4.02	1.72	1.40	10.65	1.54	1.37	2.30
	中部	4.79	2.10	5.09	26.96	3.71	10.96	5.37
	上部	6.06	6.37	5.34	34.61	5.47	16.96	5.47
	平均	4.96	3.40	3.94	24.07	3.57	9.76	4.38
‘贵烟201’	下部	1.68	0.65	0.99	10.57	2.65	3.00	2.54
	中部	5.54	3.53	10.95	39.87	3.32	12.09	4.96
	上部	9.46	12.30	3.98	31.86	5.47	13.92	5.24
	平均	5.56	5.49	5.31	27.43	3.81	9.67	4.25
‘云烟85’	下部	6.49	3.31	5.83	20.8	3.25	10.58	4.03
	中部	8.29	6.88	5.97	44.47	8.83	24.48	7.62
	上部	7.24	8.44	6.59	33.11	3.10	2.33	2.59
	平均	7.34	6.21	6.13	32.79	5.06	12.46	4.75
品种间变异系数		29.12	39.31	47.45	24.28	29.60	40.30	31.11



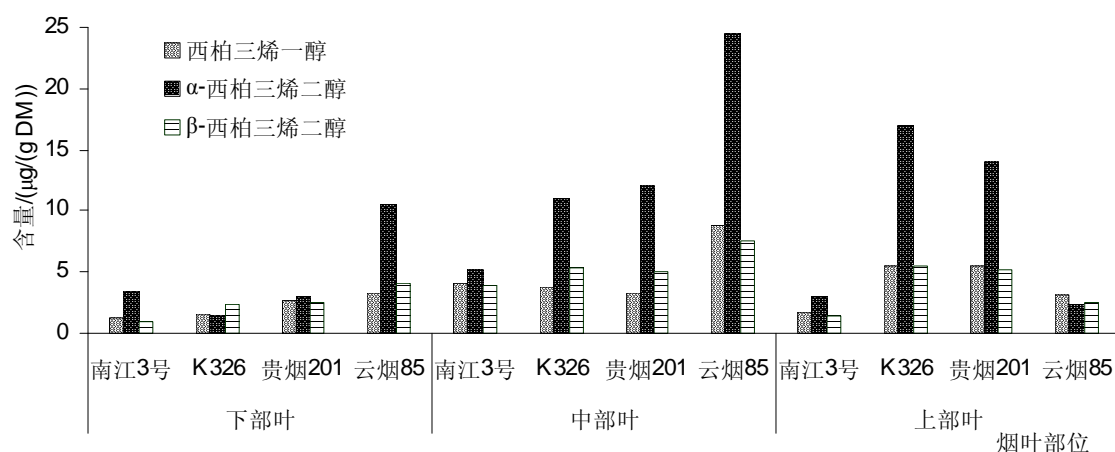


图2 不同品种各部位3种西柏三烯醇含量

表3 不同品种叶表面提取物主要烷烃含量

μg/(g DM)

品种	部位	二十九烷	异三十烷	三十烷	异三十一烷	三十一烷	异三十二烷	三十二烷	异三十三烷	三十三烷
‘K326’	下部	25.53	5.30	20.40	25.34	9.32	63.00	89.05	56.51	47.20
	中部	10.16	3.48	12.02	11.19	6.46	39.18	57.60	29.65	28.64
	上部	35.91	5.78	37.02	22.82	16.87	72.40	155.01	69.44	64.66
	平均	23.87	4.85	23.15	19.78	10.88	58.19	100.55	51.87	46.83
‘南江3号’	下部	19.64	3.00	6.71	13.05	2.09	14.52	15.44	16.12	6.30
	中部	32.33	2.10	5.34	6.66	7.97	2.17	9.21	15.40	2.93
	上部	12.68	5.81	1.40	9.34	7.18	11.14	20.30	16.33	9.69
	平均	21.55	3.64	4.48	9.68	5.75	9.28	14.98	15.95	6.31
‘贵烟201’	下部	17.68	7.99	18.89	29.56	7.61	56.16	81.15	51.30	35.92
	中部	14.53	4.19	16.09	17.34	6.67	38.84	68.16	38.93	35.95
	上部	31.54	3.78	28.18	17.39	11.16	52.28	114.06	67.75	53.88
	平均	21.25	5.32	21.05	21.43	8.48	49.09	87.79	52.66	41.92
‘云烟85’	下部	17.08	6.00	18.33	24.33	5.03	34.90	36.73	44.00	18.92
	中部	12.21	2.32	10.42	10.99	3.03	13.43	18.07	18.83	9.31
	上部	22.95	4.06	23.17	15.16	5.75	26.91	44.51	37.71	19.6
	平均	17.41	4.13	17.31	16.83	4.60	25.08	33.10	33.51	15.94
品种间变异系数		12.72	16.69	50.71	30.67	37.96	63.06	70.19	45.30	70.99

三十三烷、异三十二烷、三十三烷、二十九烷、异三十一烷、三十烷、三十一烷、异三十烷(表3)。

由表3可知,所有品种中部叶烷烃物质平均总量最低,‘云烟85’和‘南江3号’上部叶平均与下部叶含量几乎相等,‘贵烟201’和‘K326’下部叶平均总量少于上部叶含量。‘K326’不仅烷烃物质平均含量最高,而且上中下3个叶位含量差异明显(图3)。

### 3 小结与讨论

(1)烤烟叶表面提取物主要包括烟碱、新植二烯、腺毛分泌物和烷烃类。由于烟碱是在烟株根部合成后

运输到叶表的,因此在讨论叶表面提取物时不予考虑。新植二烯为叶绿素降解产物,平均含量39.97~84.28 μg/(g DM);腺毛分泌物主要成分有茄酮、降茄二酮、松香油、西柏烷、西柏三烯一醇、α-西柏三烯二醇和β-西柏三烯二醇,总平均含量33.99~74.75 μg/(g DM);烷烃类物质是叶面蜡质的重要组分,主要是C<sub>30</sub>以上的高经烷烃,总平均含量91.62~339.99 μg/(g DM)。

(2)不同品种叶表面提取物主要成分含量有一定差异。‘南江3号’平均总量最低,不及另外3个品种含量的1/2。‘南江3号’和‘K326’新植二烯平均含量不及

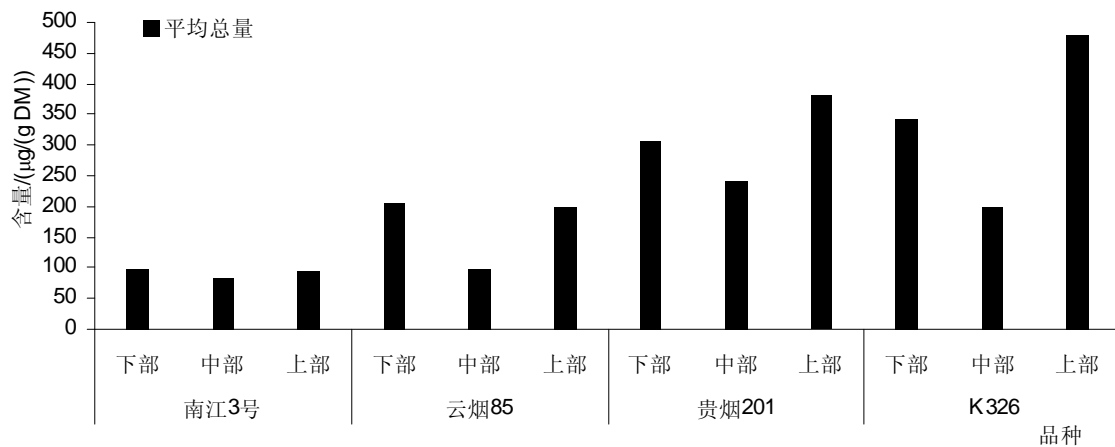


图3 不同品种各部位烷烃物质平均总量

‘贵烟201’和‘云烟85’含量的1/2。品种间腺毛分泌物平均含量排序为‘南江3号’<‘K326’<‘贵烟201’<‘云烟85’，‘南江3号’平均含量不及‘云烟85’含量的1/2。品种间烷烃物质平均含量排序为‘南江3号’<‘云烟85’<‘贵烟201’<‘K326’，‘南江3号’和‘云烟85’平均含量分别不及‘K326’含量的1/4和1/2。试验材料来自同一试验地点，生长的生态条件和土壤类型相同，施肥量和栽培措施相近，可以认为品种间烟叶表面提取物含量的差异主要是由自身遗传组成所决定的。

(3)烟叶腺毛分泌物中松香油平均含量几乎与其它萜烯类物质总量相当，西柏三烯二醇(2种异构体)含量均大于西柏三烯一醇含量， $\alpha$ -西柏三烯二醇平均含量是 $\beta$ -西柏三烯二醇含量的2倍以上，但部位间存在一定变异。这与Severson等<sup>[18]</sup>、孔光辉等<sup>[19]</sup>的研究结果并不完全相符。Severson等认为烤烟鲜嫩叶表面提取物所含各种双萜中， $\alpha$ -西柏三烯二醇和 $\beta$ -西柏三烯二醇含量最高，其中 $\alpha$ -西柏三烯二醇含量约为 $\beta$ -西柏三烯二醇含量的3倍。孔光辉等使用成熟鲜烟研究的结果表明，烟叶腺毛分泌物中西柏三烯二醇平均含量是西柏三烯一醇含量的200倍， $\alpha$ -西柏三烯二醇含量为 $\beta$ -西柏三烯二醇含量的2倍左右，部位间基本一致。朱显灵等对成熟鲜烟研究的结果表明，西柏三烯二醇平均含量约为西柏三烯一醇含量的4倍，西柏三烯二醇约占腺毛分泌物总含量的40%，且 $\beta$ -西柏三烯二醇的含量稍高于 $\alpha$ -西柏三烯二醇。不同研究结果间的差异可能是因品种、烟叶成熟度、栽培措施及分析方法等众多因素影响造成的。这也说明，烟叶表面提取物的种类和数量不仅受制于种质的遗传组成，而且与生态条件、栽培措施和分析测定环节有着十分密切的联系。

(4)烟叶表面提取物中烷烃物质中部叶平均含量不仅低于上中叶，而且低于下部叶，这似乎与烟叶外观和表面蜡质状况不符。然而核对其他叶表面提取物化验结果(未发表数据)表明，2009年贵州不同地区、不同品种、不同成熟度和烤前烤后烟叶样本烟叶表面提取物烷烃类物质含量均以中部叶为最低。这与贵州省特定的气候条件是否有关，对烟叶品质，特别是香吃味有什么影响，值得进一步研究。

### 参考文献

- [1] Wagner G. Leaf Surface Chemistry. In: David D L and Nielsen M T. Tobacco production, chemistry and technology[M]. Blackwell Science, Oxford, UK. 1999:292-303.
- [2] 冀浩, 李雪君, 赵永振, 等. 浸提叶面分泌物对烤烟品质的影响[J]. 中国烟草科学, 2008, 29(2):13-17.
- [3] 史宏志, 刘国顺. 烟草香味学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998:83.
- [4] Onishi, et al. "Studies on the essential oils of tobacco leaves. I. Acid fraction." "II. Carbonyl fraction." "III. Phenol fraction[J]. Japan: Agr. Chem. Soc., 1955(19):137-152.
- [5] Onishi, et al. "II. Acid fraction." "III. Carbonyl fraction." "IV. Phenol fraction." "V. Neutral fraction." "VI. Acid fraction (2)." "VII. Phenol fraction (2)" [J]. Japan Monopoly Corp., Central Res. Inst., Sci. Papers, 1956(96):53-78.
- [6] Onishi I, Nagasawa M. Studies on the essential oils of tobacco leaves. VII. Carbonyl fraction (2)[J]. Agr. Chem. Soc. Japan B, 1957(21):38-42.
- [7] Onishi I, Tomita T, Fukuzumi T. Studies on the essential oils of tobacco leaves. XV. Neutral fraction (2)[J]. Agr. Chem. Soc. Japan B. 1957(21):239-242.
- [8] Roberts D L, Rowland R L. Macrocyclic Diterpenes.  $\alpha$  and  $\beta$ -4,8,13-Duvatriene-1,3-diols from Tobacco[J]. J. Org. Chem. 1962(27): 3989-3992.
- [9] Chakraborty M K, Weybrew J A. The chemistry of tobacco trichomes[J]. Tob. Sci. 1963(7):122-127.
- [10] Chang S Y, Grunwald C. Duvatrienediol, alkanes, and fatty acids in

- cuticular wax of tobacco leaf of various physiological maturity[J]. *Phytochemistry*, 1976(15):961-963.
- [11] Johnson A W, Severson R F, Hudson J, et al. Tobacco leaf trichomes and their exudates[J]. *Tob. Sci.*, 1985( 29):67-72.
- [12] Chang K W, Weeks W W, Weybrew J A, Changes in the surface chemistry of tobacco leaf during curing with particular emphasis on trichomes[J]. *Tobacco Science*, 1985(29):122-127.
- [13] Weeks W W, Sisson V A, Chaplin J F. Differences in Aroma, Chemistry, Solubility, and Smoking Quality of Cured Flue-Cured Tobaccos with Aglandular and Glandular Trichomes[J]. *J. Agric. Food Chem.* 1992,40(10):1911-1916.
- [14] 韩锦峰,王彦亭.烤烟叶面分泌物的初步研究[J]. *中国烟草*, 1995,16(2):10-13.
- [15] Burk L G. Inheritance of the glandless leaf trichome trait in *Nicotiana tabacum*[J]. *Tob. Sci.*, 1982(26):51-53.
- [16] Severson R F, Johnson A W, Jackson D M. Cuticular constituents of tobacco[C]. *Recent Adv Tob Sci* 1985(11): 105-174.
- [17] Nielsen M T, Severson R F. Variation of Flavor Components on Leaf Surfaces of Tobacco Genotypes Differing in Trichome Density [J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1990,38(2):467-471.
- [18] Severson, et. al. Isolation and Characterization of the Sucrose Esters of the Cuticular Waxes of Green Tobacco Leaf[J]. *J. Agric. Food Chem.*, 1985,33(5):870-875.
- [19] 孔光辉,宗会.不同部位成熟烟叶腺毛密度及其分泌物的研究[J]. *中国农学通报*, 2006,22(12):108-110.