

doi:10.3969/j.issn.1672-8513.2011.01.002

## 鹤庆五味子提取物在卷烟中的应用研究

杨光宇<sup>1,2</sup>,肖伟烈<sup>2</sup>,孙汉董<sup>2</sup>

(1. 云南烟草科学研究院 云南省烟草化学重点实验室,云南 昆明 650106;

2. 昆明植物研究所 植物化学与西部植物资源国家重点实验室,云南 昆明 650204)

**摘要:**研究了五味子提取物在卷烟中的应用,采用鹤庆五味子为原料,对五味子提取物的提取工艺进行了优化,检测了五味子提取物的物理性状并用气相色谱-质谱法测定了五味子提取物的挥发性成分.对五味子提取物对卷烟的感官评吸结果和对卷烟烟气有害成分的影响进行了初步试验,发现五味子提取物所含香气成分丰富,具有改善卷烟抽吸品质,清除自由基和降低烟气有害成分的作用,是理想的烟用添加剂.

**关键词:**五味子;卷烟;烟草添加剂

**中图分类号:**TS 45 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-8513(2011)01-0009-05

### Study on the Utilization of the *Schisandra* Extract as Cigarette Additive

YANG Guang-yu<sup>1,2</sup>,XIAO Wei-lie<sup>2</sup>,SUN Han-dong<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Tobacco Chemistry of Yunnan Province, Yunnan Academy of Tobacco Science, Kunming 650106, China;

2. State Key Laboratory of Phytochemistry and Plant Resources in West China, Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

**Abstract:** The utilization of *Schisandra* extract as cigarette additive was studied. The process for the extraction of *Schisandra* was optimized. The physical characteristics were analysed and the volatile compounds were determined by GC-MS method. The effects of *Schisandra* extract on the cigarette flavor and the harmful components in cigarette smoke were studied. The results demonstrated that the *Schisandra* extract contain rich aroma compounds, can improve the quality of cigarette smoke, eliminate free radicals and reduce harmful compounds in cigarette smoke. It is an effects additive for cigarette industry.

**Key words:** *Schisandra*; cigarette; tobacco additive

目前中草药在食品、化妆品、体育用品等领域都有较快的发展<sup>[1-3]</sup>,并且在烟草行业也得到了广泛应用<sup>[4-7]</sup>.某些中草药添加剂在卷烟燃吸过程中热解产生新物质,使烟气柔和细腻,杂气、余味得到改善,使烟香丰满,差异化突出<sup>[8-9]</sup>.随着吸烟与健康问题日益受人关注,卷烟行业在不断地探索研究后,目标逐渐转移到我国丰富的中草药资源上,多数卷烟厂家都采用中草药提取精制后添加到烟丝中制成卷烟的方法,其作用主要是减低或缓解因吸烟而引

起身体的不适和危害.目前主要采用中草药添加剂的中式低害卷烟有“金圣”、“中南海”、“五叶神”等.其中“金圣”品牌卷烟取得了较大的成功<sup>[10-12]</sup>.

五味子是重要的中药材,最早列于神农本草经上品,中药功效在于滋补强壮之力,药用价值极高<sup>[13-14]</sup>.我们对鹤庆五味子化学成分研究发现,五味子中富含木脂素、三萜酸及其内酯、黄酮等多种活性成分<sup>[15-16]</sup>;而且GC-MS测定结果表明五味子中香气物质丰富,如:檀烯、苯甲醇、 $\beta$ -蒎烯、柠檬烯、桉

收稿日期:2010-09-14.

基金项目:国家自然科学基金(20802082);昆明植物研究所国家重点实验室开放基金(2010JC22);中烟云南工业公司重大科技专项基金(20009JC01).

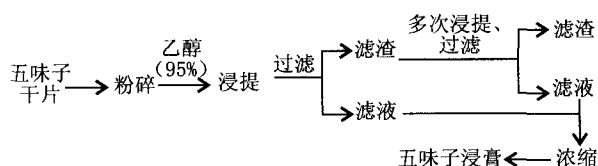
作者简介:杨光宇(1973-),男,博士,副研究员.主要研究方向:烟草化学.

通讯作者:孙汉董(1939-),男,研究员.主要研究方向:天然产物化学.

叶素、芳樟醇、异佛尔酮、氧化异佛尔酮、柠檬醛、异薄荷醇、 $\beta$ -紫罗兰酮、四氢猕猴桃内酯、二氢猕猴桃内酯、金合欢醇、乙酸金合欢酯、六氢金合欢基丙酮等均是烟草中常用的香气成分;因此添加五味子提取物可能会在突出卷烟风格、降低卷烟烟气有害成分等方面有积极的作用;文中对五味子添加剂的提取工艺进行了优化,并对五味子添加剂在卷烟中的应用进行了研究,发现五味子添加剂具有能改善卷烟抽吸品质,清除自由基和降低烟气有害成分的作用,本研究为卷烟工业寻找新型添加剂提供了依据。

## 1 原料与浸提工艺流程

鹤庆五味子采自云南鹤庆县马耳山东坡,切片晒干,粉碎到0.441 mm(40目),供提取样品共50 kg,实验中所用试剂均为国产分析纯,浸提工艺流程见下图。



## 2 提取工艺条件选择

浸提工艺受多种因素的影响,主要包括浸提物料比、提取次数、提取时间等。结合样品的特性,考虑到工业生产需要,采用加热浸提方法,提取时间为每次2~6 h,提取次数为1~4次,浸提物料比选取五味子:浸提溶剂=1:2~1:6。综合这3种影响因素,确定的实验方案见表1。

表1 五味子浸提实验方案

实验号	浸提时间 t/h	浸提物料比	浸提次数	浸膏得率/ %
1	2	1:4	1	56.8
	2	1:4	2	31.2
	2	1:4	3	9.24
	2	1:4	4	2.76
2	2	1:4	3	88.6
	4	1:4	3	93.5
	6	1:4	3	94.3
3	2	1:2	3	78.4
	2	1:4	3	87.5
	2	1:6	3	90.2

从第1组实验可以看出,第1次浸提得膏率约占总量的56.8%,第2次浸提得膏率约占总量的31.2%,第3次浸提得膏率约占总量的9.27%,第4次仅占总量的2.76%。尽管第4次浸提可得少量浸

膏,但若考虑到所耗用的人工、水电、溶剂损耗及设备占用等因素,则没有必要进行第4次提取。第2组试验结果表明,在浸提物料比及浸提次数保持不变的前提下,虽然每次浸提时间延续为4 h和6 h的得膏率比每次浸提2.0 h的得膏率增加5.53%和6.43%,但考虑到各种消耗因素,选择每次浸提时间为2.0 h更为适宜。从第3组实验结果看,采用浸提物料比1:4的浸提得膏率比1:2的有明显增加,而采用1:6的不仅与1:4的结果相差不大,而且给浓缩工艺造成了困难,增加了物耗。综合考虑各种工艺因素及以上多批浸提操作试验表明,提取五味子粗提物的最佳工艺条件是以95%的乙醇为溶剂,物料比为1:4,在加热条件下提取3次,每次2.0 h,可获得较高的浸膏提取率。

## 3 浸膏的特性和成分

### 3.1 物理特性

浸膏外观:棕红色半流动膏体;酸值:46.17;相对密度 $d_{20}^{20}$ :1.2914;折光指数 $n_D^{20}$ :1.4580;挥发性成分总量(m/m):14.33%;乙醇中的溶混度(25℃):1 g样品溶于2~20 mL 95%的乙醇溶液;As含量(mg/kg):<3.0;重金属含量(以Pb计,mg/kg):<40。

### 3.2 五味子浸膏中挥发性成分的测定(同时蒸馏萃取法)

#### 3.2.1 样品处理

将五味子浸膏10.0 g放入同时蒸馏萃取装置中(图1),一端的500 mL圆底烧瓶中加入样品和250 mL蒸馏水,用电热套加热;装置的另一端为盛25 mL二氯甲烷的100 mL圆底烧瓶,在60℃下水浴加热,同时蒸馏萃取3.0 h。二氯甲烷萃取液用无水硫酸钠干燥,置于4℃过夜,过滤,滤液倒入浓缩瓶中用Vigreux柱浓缩至约1.0 mL,浓缩液用于GC-MS分析。

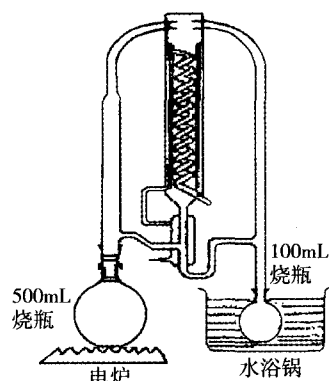


图1 同时蒸馏萃取装置

### 3.2.2 GC-MS 分析条件

仪器为安捷伦 6890N/5973 GC-MS 联用仪(美国安捷伦公司);

弹性毛细管柱 50 m × 0.20 mm id × 0.33 μm df, 固定液(Ultra-2);进样量:2.0 μL,分流进样,分流比 5:1;进样口温度:280 °C;载气:氮气,恒流,流速 1.2 mL/min;程序升温:初始温度 60 °C,保持 5 min,升温每分钟

5 °C 至 260 °C,保持 5 min. 质谱检测器条件:电离电压 70 eV,离子源温度:230 °C,传输线温度:280 °C,溶剂延迟 6 min;扫描离子范围:33 ~ 350 amu,使用 NIST 谱库进行图谱检索,结合标准质谱图确定挥发性成分,并用色谱峰面积归一化法定量计算得各挥发性成分在挥发油中的相对百分含量. 总离子流图见图 2,五味子中的挥发性成分见表 2.

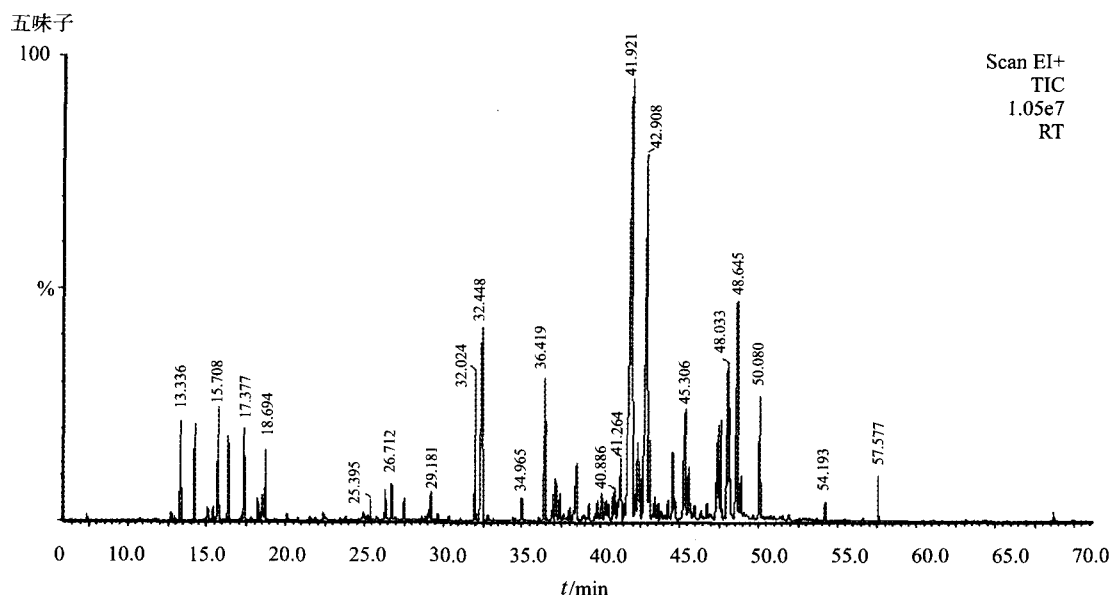


图2 五味子浸膏GC-MS分析总离子流图

表 2 五味子提取物 GC-MS 分析结果

序号	t/min	名称	含量/%	序号	t/min	名称	含量/%
1	6.376	异戊醇	0.011	22	17.377	氧化异佛尔酮	1.554
2	6.917	3-甲基-2-丁烯醛	0.002	23	17.824	α-松油烯	0.056
3	7.410	己醛	0.096	24	18.247	邻伞花烃	0.395
4	8.022	5,6-二甲基-1,3-环己二烯	0.002	25	18.506	柠檬烯	0.436
5	8.491	1,4-二甲基环己烯	0.001	26	18.600	β-水芹烯	0.105
6	9.126	2-乙酰基环戊酮	0.002	27	18.694	桉叶素	1.218
7	9.502	2-己烯醛	0.004	28	20.082	γ-松油烯	0.120
8	10.183	己醇	0.004	29	20.787	侧柏醇	0.060
9	10.747	檀烯	0.036	30	21.562	α-蒎品油烯	0.087
10	11.123	2-庚酮	0.004	31	21.868	2-壬酮	0.072
11	11.711	2-庚醇	0.025	32	22.292	Perillene	0.014
12	12.746	异佛尔酮	0.143	33	22.386	芳樟醇	0.163
13	12.934	α-水芹烯	0.082	34	23.468	葑醇	0.052
14	13.336	α-蒎烯	1.671	35	23.820	2-Pinanol	0.076
15	14.204	莰烯	1.756	36	24.619	Pinocarveol	0.036
16	14.862	苯甲醛	0.011	37	24.948	樟脑	0.163
17	15.050	6-甲基-5-庚烯-2-酮	0.240	38	25.184	柠檬醛	0.874
18	15.332	对伞花烃	0.045	39	25.395	水合桉烯	0.393
19	15.426	苯甲醇	2.218	40	25.536	异胡薄荷醇	0.208
20	15.708	β-蒎烯	3.668	41	25.771	Verbenol	0.100
21	17.236	L-水芹烯	0.078	42	26.313	冰片	0.643

(续表2)

序号	t/min	名称	含量/%	序号	t/min	名称	含量/%
43	26.712	1-孟烯-4-醇	0.770	68	40.063	$\alpha$ -石竹烯	1.969
44	26.900	萘	0.053	69	40.769	$\alpha$ -杜松烯	0.590
45	27.041	$\alpha, \alpha, 4$ -三甲基苯甲醇	0.063	70	40.886	$\alpha$ -Amorphene	0.928
46	27.229	2-癸酮	0.018	71	41.121	$\beta$ -紫罗兰酮	0.403
47	27.488	$\alpha$ -松油醇	0.414	72	41.264	$\beta$ -Chamigrene	1.637
48	28.616	乙酸冰片酯	0.082	73	41.568	$\beta$ -瑟琳烯 Selinene	0.650
49	28.898	2-甲氧基-4-甲基异丙基苯	0.069	74	41.921	2-十三酮	23.927
50	29.039	香茅醇	0.203	75	42.226	$\beta$ -Himachalene	0.567
51	29.181	2-甲氧基-4-甲基异丙基苯(2)	0.723	76	42.368	$\beta$ -红没药烯 Bisabolene	1.797
52	32.024	乙酸冰片酯(2)	3.446	77	42.462	p-(1,2,2-三甲基戊基)甲苯	0.507
53	32.118	乙酸异冰片酯	0.120	78	42.603	$\beta$ -杜松烯	0.792
54	32.448	2-十一酮	6.575	79	42.908	$\delta$ -杜松烯	13.990
55	32.823	2-十一醇	0.143	80	43.120	Unknown from lime oil	1.685
56	34.421	$\delta$ -榄香烯 Elemene	0.189	81	43.449	$\alpha$ -Muurolene	0.794
57	34.586	Exo-2-羟基桉叶素乙酸酯	0.053	82	44.554	金合欢醇	1.477
58	34.985	$\alpha$ -古芭烯 Cobubene	0.535	83	45.987	2-十四酮	0.424
59	35.197	二氢猕猴桃内酯	0.382	84	47.641	六氢金合欢基丙酮	0.684
60	36.066	依兰烯 Ylangene	0.086	85	48.645	杜松醇	7.540
61	36.419	$\alpha$ -胡椒烯 Copaene	3.139	86	48.903	丁酸冰片酯	0.798
62	36.560	$\delta$ -愈创木烯 Guaiene	0.084	87	50.080	2-十五酮	2.826
63	36.936	大牻牛儿烯 Germacrene	0.528	88	53.676	2-十六酮	0.069
64	37.148	2-十二酮	0.948	89	54.193	乙酸金合欢酯	0.368
65	37.383	己酸-2-庚酯	0.556	90	57.577	2-十七酮	0.984
66	37.665	古芸烯 Gurjunene	0.262	91	68.720	肉桂酸冰片酯	0.263
67	38.464	$\beta$ -石竹烯	2.077				

据表2可知,五味子浸膏中共出263个明显的色谱峰,所得质谱图经计算机质谱数据库检测与标准图谱核对,确认了其中的91种成分,根据文献[18-19],檀烯(0.036), $\alpha$ -蒎烯(1.671),苯甲醇(2.218), $\beta$ -蒎烯(3.668),柠檬烯(0.436),桉叶素(1.218),芳樟醇(0.163),异佛尔酮(0.143),氧化异佛尔酮(1.554),柠檬醛(0.087),异胡薄荷醇(0.208),香茅醇(0.203), $\delta$ -榄香烯(0.089), $\beta$ -紫罗兰酮(0.403),四氢猕猴桃内酯(0.826),二氢猕猴桃内酯(0.463),金合欢醇(1.477),乙酸金合欢酯(0.368),六氢金合欢基丙酮(0.684)等主要成分均是重要的致香物质.该分析结果表明五味子浸膏致香成分含量丰富,适合用于卷烟加香.

## 4 五味子提取物对卷烟烟气有害成分的影响

### 4.1 有害成分分析方法

1) 卷烟主流烟气焦油按“YC/T 29—1996, 卷烟—用常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油”的方法测定,用Burghart公司RM/20吸烟机捕集主流烟气的总粒相物,收集的总粒相物扣除水分和烟碱即为卷烟焦油;

2) 卷烟主流烟气一氧化碳按“ISO8454:1995, 卷烟烟气气相中一氧化碳的测定—非散射红外法”测定,采用吸烟机自带烟气一氧化碳分析仪;

3) 3,4-苯并芘含量采用半制备色谱分离,高效液相色谱—荧光检测法;

4) 烟气自由基采用自旋共振质谱法,以0.05 mol/L N-特丁基- $\alpha$ -苯基氮酮的苯溶剂作为卷烟烟气相自由基的辅集剂,然后把捕获的自由基在ESR仪上,于选定的条件下检测;

5) 亚硝胺的测定采用气相色谱/热能分析法.

### 4.2 卷烟的制备和添加实验

取待试烟丝(叶组1或叶组2)各4份,每份250g,均匀铺在不锈钢盘中,浸膏先用95%乙醇稀释(稀释量不可过大,以能将250g烟丝喷洒均匀为度),然后按所设定的五味子浸膏与烟丝的质量比,用喷雾器准确把五味子浸膏添加到烟丝上,对照样喷洒等量的95%乙醇,充分混匀,放置5.0h后,在恒温恒湿箱中将试样平衡到含水率 $12.0\% \pm 0.5\%$ ,然后分别卷制成烟支(烟支质量 $0.7 \pm 0.02$ g),在恒温恒湿箱中(湿度 $60\% \pm 2\%$ ,温度 $(22 \pm$

1)℃平衡 24 h. 在标准条件下进行吸烟,分别检测卷烟烟气焦油(mg/支)、一氧化碳(mg/支)、自由基ESR 值高度(cm)、3,4-苯并芘(ng/支)和亚硝胺(ng/支)含量,结果见表3.

表3 添加五味子浸膏对卷烟烟气有害成分的影响

试验烟丝	用量/ %	焦油	一氧 化碳	自由 基	3,4-苯 并芘	亚硝 胺
叶组 1	0.0	14.3	15.2	19.6	11.6	16.8
	1.0	13.2	14.8	17.2	9.26	13.8
	2.0	12.8	14.2	16.5	8.37	13.5
	3.0	13.1	14.5	15.4	8.32	13.6
叶组 2	0.0	14.8	15.0	20.1	15.4	15.2
	1.0	13.5	14.2	16.8	14.3	12.5
	2.0	13.0	13.8	16.2	12.6	12.1
	3.0	12.8	14.0	15.6	11.8	11.8

从表3分析结果可看出,对于所试验的叶组,随添加五味子浸膏的增加,焦油、一氧化碳、自由基、苯并芘、亚硝胺都有降低趋势,而且五味子浸膏的用量在2%~3%范围内均匀较好的效果,焦油降低率在8.3%~15.6%之间,一氧化碳降低率在2.7%~8.7%之间,自由基降低率在13.5%~28.9%之间,3,4-苯并芘降低率在7.6%~39.4%,亚硝胺的降低率在21.6%~28.8%之间,说明五味子添加剂具有很好的降低焦油、降低一氧化碳,清除自由基,降低有害成分的效果.

## 5 五味子提取物对卷烟感官评吸的影响

取待试烟丝(单体烟叶云南B<sub>2</sub>F、云南X<sub>2</sub>F、云南C<sub>3</sub>F、河南C<sub>3</sub>F,和卷烟叶组1、叶组2、叶组3)若干份,每份250.0g,均匀铺在不锈钢盘中,浸膏先用95%乙醇溶解,然后按所设定的五味子浸膏与烟丝的质量比,用喷雾器准确把五味子浸膏添加到烟丝上,对对照样喷洒等量的95%乙醇,充分混匀.5h后在恒温恒湿箱中将试样平衡到含水率12.0%±0.5%,分别卷制成烟支,烟支在恒温恒湿箱中(湿度60%±2%,温度(25±1)℃平衡24h.由评吸委员会对各试验卷烟进行评吸,评吸结果和未添加的对照样进行对比,结果见表4.通过以上试验可看出,在卷烟中添加五味子提取物能明显增补烟香,丰满香气,与烟香较易谐调,对去除卷烟杂气、减少刺激有良好效果,是一种理想的烟用添加剂.

表4 五味子浸膏加料试验评吸结果

试验烟丝	用量/ 10 <sup>-4</sup>	评吸结果(与对照样对比)
云南 B <sub>2</sub> F	1.0	香气略有改善,杂气略有减轻,余味有所改善.
	1.5	烟气增浓,香气较纯正,谐调,杂气减轻,余味改善.
	2.0	烟气增浓,香气纯正,谐调,微有杂气,余味尚干净.
	3.0	加量略大,刺激性增大,稍有杂气.
云南 X <sub>2</sub> F	1.0	香气略有改善,谐调,杂气略有减轻.
	1.5	烟气增浓,香气较纯正,谐调,杂气减轻,余味有所改善.
	2.0	烟气增浓,香气纯正,微有杂气,余味尚干净.
	3.0	加量略大,稍有杂气,烟味淡.
云南 C <sub>3</sub> F	1.0	烟气细腻程度增加,烟香略增浓,余味略有改善.
	1.5	烟气细腻程度增加,烟香增浓,谐调,余味明显改善.
	2.0	烟气细腻程度增加,烟香增浓,谐调,微有杂气,余味干净.
	3.0	加量略大,稍有杂气,余味尚干净.
河南 C <sub>3</sub> F	1.0	烟气较浓,较柔顺,杂气减轻,余味略有改善.
	1.5	烟气柔顺,浓度增加,杂气进一步减轻,余味明显改善.
	2.0	烟气柔顺,浓度增加,微有杂气,余味干净.
	3.0	加量略大,有杂气,刺激性增大.
叶组 1	1.0	与对照相比,烟香略有增加,效果不明显.
	1.5	与对照相比,烟香增加,香气质好,改善烟气潮润性,在烟香细腻性和甜润感方面有一定提高.
	2.0	与对照相比,烟香增加,香气质好,改善余味,柔和烟气,烟气细腻性和甜润感增加.
	3.0	与对照相比,烟香增加,香气质好,但加香略显露,与烟气略有不协调感.
叶组 2	1.0	香气质略有增加,但效果不明显.
	1.5	烟香细腻柔和,改善余味,烟气潮润性增加.
	2.0	烟香细腻柔和,改善余味,烟气潮润性增加,甜润感增加.
	3.0	烟香增加,烟气潮润性增加,但有轻微杂气.
叶组 3	1.0	烟气稍柔和,但效果不明显.
	1.5	烟香醇和,改善烟气潮润性,甜润感增加,余味舒适.
	2.0	烟香醇和,改善烟气潮润性,柔和烟气,甜润感和细腻感增加.

(下转第26页)

- [5] 李炜臻,白庆中. 纳滤分离技术在垃圾填埋场渗滤液处理中的应用[J]. 安徽农业科学. 2007,35(24):7582-7583.
- [6] 宋灿辉,肖波,胡智泉,等. UASB/SBR/MBR 工艺处理生活垃圾焚烧厂渗滤液[J]. 中国给水排水. 2009,25(2), 62-64.
- [7] 康建雄,李静,闵海华,等. UASB-A/O 膜工艺处理渗滤液工程设计案例[J]. 华中科技大学学报:城市科学版, 2003,20(2):85-87.
- [8] 张良林,徐晓军,李淑芬. 高效稳定絮凝剂 PAFCs 预处理垃圾渗滤液研究[J]. 云南民族大学学报:自然科学版,2005,14(3):265-268.
- [9] 徐庆贤,钱午巧,陈彪. UASB 处理污水现状及效果分析[J]. 能源与环境,2006(2):34-38.
- [10] 李永丽,侯根然. 黄河水院污水处理设计与运行[J]. 工业用水与废水,2009,21(3):27-29.
- [11] 楼紫阳,赵由才. 渗滤液微滤范围内的梯度分离[J]. 有色冶金设计与研究,2009,30(6):69-80.
- [12] 王松平,陈清林,张冰剑,等. DT-RO 在中国处理垃圾渗滤液的试验[J]. 环境卫生工程,2003,11(3):141-142.
- [13] 何岩,赵由才. 塔式矿化垃圾生物反应床处理垃圾填埋场渗滤液的效能研究[EB/OL](2010-05-04). <http://www.cn-hw.net/html/28/201005/15084.html>.
- [14] 岳东北,刘建国,聂永丰,等. 生活垃圾填埋场渗滤液处理技术研究[J]. 环境污染治理技术与设备,2004,5(6):59-62.
- [15] 作者不详. MVC 节能蒸发工作应用于垃圾渗滤液处理[EB/OL](2009-10-29). <http://www.sbl-gz.com/ArticleShow.asp?ArtID=413>.

(责任编辑 王琳)

(上接第13页)

## 6 结语

五味子提取物对卷烟的添加实验表明:在卷烟中添加五味子提取物能明显增补烟香,丰满香气,与烟香较易谐调,对去除卷烟杂气、减少刺激有良好效果. 而且五味子提取物还具有降低焦油、降低一氧化碳,清除自由基,降低有害成分的效果. 是一种理想的烟用添加剂.

### 参考文献:

- [1] 钟国跃. 中草药资源系统研究方法探讨[J]. 中药材, 2002,25(6):393-396.
- [2] 马方励,杨宜婷. 提取新技术在中草药保健食品中的应用[J]. 中国食品工业. 2006(12):47-49.
- [3] 徐祎然,李海燕,李银科,等. 匀浆法提取、离子色谱法测定烟草中的糖[J]. 云南民族大学学报:自然科学版, 2010,19(1):43-45.
- [4] 李学林,唐进法. 中草药在香烟中的应用概况[J]. 中医研究. 2008,21(1):3-4.
- [5] 张颖璞,陈笃建,张国强,等. 中草药在中式低危害卷烟中的应用[J]. 科技信息. 2008,(11):33-34.
- [6] 许永,向能军,缪明明. 中草药添加剂在卷烟中的应用[J]. 云南化工. 2007,34(4):67-75.
- [7] 孟冬玲,刘绍华. 中草药添加剂在中国卷烟中的应用研究进展[J]. 中国烟草科学. 2006,27(3):19-21.
- [8] 者为,李庆华,邓国宾,等. 中草药烟用天然香原料开发及在卷烟中的应用[C]//中国烟草学会工业专业委员会烟草化学学术研讨会论文集. 海口,2005:376-385.
- [9] 姚琴声. 发掘中草药资源开创卷烟发展新领域[J]. 世界产品与技术,1997(1):30-35.
- [10] 亢江宁. 方兴未艾的中草药保健烟[J]. 中小企业科技信息,1996(1):12-13.
- [11] 乔学文. 中草药卷烟海外市场营销[D]. 北京:北京交通大学,2005.
- [12] 黄剑文,金圣用. 中国思维、东方智慧解决“吸烟与健康”的问题[J]. 糖烟酒周刊:烟草版,2006,14(6):38-40.
- [13] 邓国宾,何耀莹,薛红芬,等. 铜绿微囊藻挥发性成分分析[J]. 云南民族大学学报:自然科学版,2010,19(4):285-289.
- [14] 何丽仙,黄忠京,谭倪,等. HPLC 研究芍药甘草汤合煎与分煎的化学成分变化[J]. 云南师范大学学报:自然科学版,2009,29(6):32-34.
- [15] YANG Guangyu, XIAO Weilie, PU Jianxin, et al. Nortriterpenoids from *schisandra wilsoniana* [J]. Helvetica ChimicaActa. 2008,91(10):1871-1878.
- [16] YANG Guangyu, LI Yinke, WAGN Ruirui, et al. Dibenzocyclooctadiene lignans from the fruits of *schisandra wilsoniana* and their anti-HIV-1 activities [J]. Journal of Natural Product,2010,12(6):470-476.

(责任编辑 王琳)