

# KLD2-3 滚筒烘丝机筒壁温度不同控制模式对化学成分的影响

刘江生, 赖伟玲, 蔡国华, 林艳, 李跃锋 (福建中烟技术中心, 福建厦门 361022)

**摘要** [目的]了解 KLD2-3 滚筒烘丝机烘丝加工过程中烟草化学成分的变化趋势。[方法]通过 KLD2-3 滚筒烘丝机不同控制模式对烘丝后某牌号二类烤烟型叶组配方的烟丝常规化学成分总糖、还原糖、烟碱、氯、钾和常规烟气进行对比分析,应用丙酮萃取、气相色谱仪和气相色谱/质谱联用仪对挥发性、半挥发性烟气香味物质进行研究。[结果]顺流模式 3 种控制方式烘后烟丝的总糖和还原糖测定值均高于逆流模式,逆流模式一段式烟碱含量高于其他控制方式,不同控制方式下烟丝氯、钾、常规烟气、烟气中性香味成分总量比较接近,顺流模式前高后低控制方式下烟丝酸性和碱性香味成分总量高于其他控制方式。[结论]研究可为烤烟制丝参数的选择和优化提供数据支持。

**关键词** KLD2-3 滚筒烘丝机;控制模式;烟丝常规化学成分;烟气香味成分

**中图分类号** S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)02-00824-03

## Effects of Different Control Systems of KLD2-3 Cylinder Temperature on Chemical Components

LIU Jiang-sheng et al (Technology Center of Fujian Branch of China Tobacco Industry Corporation, Xiamen, Fujian 361022)

**Abstract** [Objective] To study the variation trends of tobacco chemical components during cut processing by KLD2-3 cylinder dryer. [Method] The effects of different control systems of cylinder on the routine chemical components and mainstream smoke flavors which collected by Cambirdeg filter paper in smoking machine, extracted by acetone, purified by solid phase-extraction column were analyzed. [Result] The experiments demonstrated that after drying, the contents of total sugar and reducing sugar of cocurrent mode are super than current mode. The contents of nicotine of one piece cue of counter current mode are super than other control modes. The contents of potassium, chlorine in tobacco and tar, nicotine, carbon monoxide, aroma substances in smoke are alike after drying by different control systems. The total amount of acid aroma substances and alkalinescence aroma substances are super than the amount of other control modes. [Conclusion] The study provides data support for selection and optimization of flue-cured cut parameters.

**Key words** KLD2-3 cut dryer; Control mode; Routine chemical components; Mainstream smoke flavors

烟叶制丝生产过程中,原料要经过加温、加湿和干燥等处理,温度、湿度等外界条件在不断地发生变化,必然会引起烟草内部化学成分的一系列变化<sup>[1]</sup>。每个工序工艺参数的变化都会对卷烟的化学成分和感官质量产生一定的影响<sup>[2]</sup>。两段式滚筒烘丝机 KLD2-3 具有 2 个独立控制的干燥区域,且热风流向顺逆流可切换。顺逆流两段式控制滚筒烘丝机,与传统的逆流、顺流烘丝机相比,能实现对温湿度的精确控制,烘后烟丝水分均匀度好。为了解 KLD2-3 滚筒烘丝机烘丝加工过程中烟草化学成分的变化趋势,笔者选择龙岩烟草工业有限责任公司某牌号二类烤烟型叶组配方进行不同加工控制模式的试验研究,为制丝参数的选择和优化提供数据支持。

## 1 材料与方法

**1.1 材料** 试剂与烟样:丙酮(AR),西陇化工;无水硫酸钠(分析纯),上海化学试剂公司;92 mm 的剑桥滤片,英国 whatman 公司;C<sub>18</sub> 固相萃取小柱(10 ml × 50 mg),美国瓦里安公司;某牌号二类烤烟型叶组配方,龙岩烟草工业有限责任公司。标准样品:酸性、碱性、中性香味物质混标,郑州烟草研究院提供。仪器设备:KLD2-3 型两段式滚筒烘丝机,德国 HAUNI 公司;MX2 型红外测温仪,美国 Raytek 公司;KBF240 恒温恒湿箱,德国 BINDER 公司;HBRM/CS20 孔道转盘式吸烟机,德国 Borgwaldt tcehmik 公司;摇床,德国赛多利斯公司;KALAR-4 流动化学分析仪,荷兰 SKALAR 公司;6890 GC/5973 MSD 气质联用仪,美国安捷伦科技公司;HA-

180M 型电子天平,日本 A&D 公司,精度 0.1 mg。

**1.2 滚筒烘丝机顺流、逆流控制模式参数** 在保证物料流量、热风温度等参数相对稳定的条件下,选择调整烘丝机筒壁温度进行试验。试验参数设置见表 1。

表 1 烘丝机筒壁试验参数设置 ℃

| 模式 | 控制方式              | 壁温度    |        |
|----|-------------------|--------|--------|
|    |                   | 一区筒壁温度 | 二区筒壁温度 |
| 顺流 | 控制模式 1(两段式前低后高模式) | 123    | 131    |
|    | 控制模式 2(一段式模式)     | 128    | 128    |
|    | 控制模式 3(两段式前高后低模式) | 133    | 124    |
| 逆流 | 控制模式 4(两段式前低后高模式) | 125    | 133    |
|    | 控制模式 5(一段式模式)     | 127    | 127    |
|    | 控制模式 6(两段式前高后低模式) | 132    | 124    |

## 1.3 化学成分的测定

**1.3.1 烟丝及烟气中常规化学成分测定**<sup>[3-6]</sup>。烟丝中的总糖、还原糖、烟碱、钾离子含量、氯离子含按文献[3-6]规定的方法进行测定。烟气中总颗粒物(TPM)、焦油、水分、烟气烟碱和一氧化碳按文献[7-10]规定的方法测定。

### 1.3.2 烟气香气物质的测定。

**1.3.2.1 样品处理。**卷烟样品在(22 ± 1)℃,相对湿度(60% ± 2%)条件下平衡 48 h,然后经重量及吸阻分选,挑出均匀一致的试验烟支。用吸烟机在标准条件下抽吸试验卷烟,吸烟的环境温度(22 ± 2)℃,相对湿度(60% ± 5%)。用剑桥滤片捕集卷烟烟气,20 支/片,吸毕,将滤片取出,放入 100 ml 具塞磨口锥形瓶中,加入 40 ml 丙酮和内标液,超声萃取 15 min,然后加入少量无水硫酸钠干燥、静置 30 min,准确移取 10 ml 萃取液,通过预活化好的固相萃取小柱,再以 5 ml 丙酮淋洗固相萃取小柱,收集滤液,于旋转蒸发仪在 50 ℃,4

**作者简介** 刘江生(1969-),男,福建武平人,高级工程师,硕士,从事烟草化学研究,E-mail: ljs2287@lycc.com.cn。

**收稿日期** 2012-11-09

$\times 10^7$  Pa 浓缩至 1.0 ml, 进行 GC/MS 分析。

**1.3.2.2 样品烟气香味成分的定性、定量分析。**定性分析: 经前处理制备得到的分析样品, 采用带 NPD 的毛细管 GC 和 GC/MS 对碱性成分进行分析鉴定; 采用带 FID 的毛细管 GC 和 GC/MS 对中性和酸性成分进行分析鉴定。采取加入标样, 根据峰面积增加, 同时参考 GC/MS 的鉴定结果定性。

酸性成分 GC 条件: FFAP 毛细管色谱柱 (50 m  $\times$  0.2 mm id  $\times$  0.33  $\mu$ m d. f.); 检测器为 FID 检测器; 载气为 He; 流速 1 ml/min; 进样口温度 270  $^{\circ}$ C; 检测器温度 270  $^{\circ}$ C; 分流比为 15 : 1; 进样量 1  $\mu$ l; 程序升温为 70  $^{\circ}$ C (1 min)  $\xrightarrow{4^{\circ}\text{C}/\text{min}}$  210  $^{\circ}$ C。中性成分 GC 条件: ULTRA-2 毛细管色谱柱 (50 m  $\times$  0.25 mm id  $\times$  0.33  $\mu$ m d. f.); 检测器为 FID 检测器; 载气为 He; 流速 1 ml/min; 进样口温度: 270  $^{\circ}$ C; 检测器温度 270  $^{\circ}$ C; 分流比为 10 : 1; 进样量 1  $\mu$ l; 程序升温为 60  $^{\circ}$ C (1 min)  $\xrightarrow{2^{\circ}\text{C}/\text{min}}$  260  $^{\circ}$ C。碱性成分 GC 条件: ULTRA-2 毛细管色谱柱 (50 m  $\times$  0.25 mm id  $\times$  0.33  $\mu$ m d. f.); 检测器为 NPD 检测器; 载气为 He; 流速 1 ml/min; 进样口温度 270  $^{\circ}$ C; 检测器温度 270  $^{\circ}$ C; 分流比为 10 : 1; 进样量 1  $\mu$ l; 程序升温为 60  $^{\circ}$ C (1 min)  $\xrightarrow{2^{\circ}\text{C}/\text{min}}$  260  $^{\circ}$ C。GC/MS 条件: 气相色谱条件同上; 传输线温度 280  $^{\circ}$ C; EI 离子源温度 230  $^{\circ}$ C; EI 电离能量 70 eV; 载气为 He; 谱图检索为 NIST、WILEY 和结构谱图库 3 个谱库进行串联检索。

定量分析: 采用内标法测定标样对内标的校正因子, 然后进行定量测定。

## 2 结果与分析

**2.1 不同控制模式对烟丝常规化学成分的影响** 烟丝常规化学成分分析结果见表 2。

**2.1.1 总糖和还原糖。**前低后高、一段式、前高后低 3 种控制方式下, 顺流模式烘后烟丝的总糖和还原糖测定值均高于

逆流模式; 顺流模式 3 种控制方式总糖和还原糖变化不大, 逆流模式下总糖一段式最高, 前高后低控制方式最低, 还原糖变化不明显。

**2.1.2 烟碱。**除逆流模式一段式外, 其他顺流模式和逆流模式各控制方式烟碱含量比较接近, 逆流模式一段式烟碱含量高于其他控制方式。

表 2 烟丝常规化学成分分析结果

| 控制模式 | 总糖    | 还原糖   | 烟碱   | 氯    | 钾    |
|------|-------|-------|------|------|------|
| 1    | 27.99 | 21.36 | 2.19 | 0.41 | 1.91 |
| 2    | 27.80 | 21.19 | 2.20 | 0.41 | 1.89 |
| 3    | 27.09 | 21.20 | 2.23 | 0.41 | 1.83 |
| 4    | 26.32 | 20.95 | 2.25 | 0.39 | 1.95 |
| 5    | 27.43 | 20.92 | 2.53 | 0.42 | 2.03 |
| 6    | 25.03 | 20.49 | 2.19 | 0.39 | 2.01 |

**2.1.3 氯、钾。**顺流模式 3 种控制方式和逆流模式 3 种控制方式烘后烟丝的氯、钾均比较接近。

## 2.2 不同控制模式对烟气成分的影响

**2.2.1 常规烟气分析。**从表 3 中可看出, 6 种控制模式下烟气的焦油量及烟碱量差别不大, 所测一氧化碳含量中控制模式 1 最低, 控制模式 6 最高, 但整体值均在设计范围内。

表 3 不同控制模式常规烟气检测结果

| 控制模式 | 焦油    | 烟气烟碱 | 一氧化碳 |
|------|-------|------|------|
| 1    | 13.81 | 1.33 | 12.0 |
| 2    | 14.07 | 1.31 | 12.1 |
| 3    | 14.11 | 1.37 | 12.9 |
| 4    | 14.12 | 1.33 | 13.2 |
| 5    | 13.89 | 1.35 | 12.8 |
| 6    | 14.07 | 1.33 | 13.4 |

**2.2.2 香味成分的影响。**

**2.2.2.1 酸性成分的影响。**采用内标法 (以乙酸苯乙酯作内标) 测定样品, 鉴定出的烟气中酸性定量结果见表 4。

表 4 不同控制模式下烟气酸性成分定量分析结果

| 控制模式 | 丙酸   | 丁酸   | 2-甲基丁酸 | 2-甲基戊酸 | 戊酸   | 3-甲基戊酸 | 己酸   | 庚酸   | 辛酸   | 壬酸   | 癸酸   | 4-甲基戊酸 | 苯甲酸  | 月桂酸  | 总量   |
|------|------|------|--------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|--------|------|------|------|
| 1    | 0.48 | 0.27 | 0.19   | 0.01   | 0.02 | 0.07   | 0.10 | 0.11 | 0.16 | 0.09 | 0.05 | 0.12   | 0.68 | 0.02 | 2.37 |
| 2    | 0.50 | 0.38 | 0.22   | 0.01   | 0.04 | 0.10   | 0.12 | 0.12 | 0.19 | 0.11 | 0.05 | 0.13   | 0.84 | 0.03 | 2.84 |
| 3    | 0.42 | 0.32 | 0.26   | 0.00   | 0.03 | 0.10   | 0.12 | 0.13 | 0.29 | 0.12 | 0.06 | 0.16   | 0.98 | 0.04 | 3.03 |
| 4    | 0.45 | 0.25 | 0.18   | 0.00   | 0.02 | 0.06   | 0.10 | 0.10 | 0.14 | 0.09 | 0.04 | 0.10   | 0.63 | 0.02 | 2.18 |
| 5    | 0.47 | 0.35 | 0.20   | 0.01   | 0.03 | 0.10   | 0.11 | 0.12 | 0.17 | 0.11 | 0.05 | 0.12   | 0.79 | 0.02 | 2.65 |
| 6    | 0.41 | 0.32 | 0.24   | 0      | 0.04 | 0.10   | 0.13 | 0.14 | 0.28 | 0.12 | 0.06 | 0.15   | 0.88 | 0.04 | 2.91 |

挥发性有机酸对吃味和香气有良好作用<sup>[11]</sup>。从表 4 可见, 顺流模式前高后低控制方式烘后辛酸、4-甲基戊酸、苯甲酸含量明显高于前低后高、一段式控制方式, 辛酸对烟气吸味的影响是甜、蜡、醇和味, 3-甲基戊酸是甜、奶酪、水果味, 苯甲酸是醇和、清淡的<sup>[11]</sup>, 这 3 种酸的增加有利于改善吸味。所测 14 种酸性香味成分总量前高后低控制方式最高, 前低后高方式最低。顺流模式前高后低控制方式烘后烟气酸性香味成分总量高于逆流模式前高后低控制方式, 一段式、前

低后高控制方式也是同样结果, 顺流模式均高于逆流模式。

**2.2.2.2 中性成分的影响。**采用内标法 (以乙酸苯乙酯作内标) 测定样品, 共鉴定出的烟气中中性成分定量结果见表 5。由表 5 可见, 顺流模式 3 种控制方式和逆流模式 3 种控制方式烘后所检测的 33 种烟气中性香味成分总量变化不大, 顺流模式的前高后低控制方式烘后烟气中性香味成分总量略大于其他控制方式。

表 5 不同控制模式下烟气中性成分定量分析结果

μg/支

| 中性成分           | 控制模式 1 | 控制模式 2 | 控制模式 3 | 控制模式 4 | 控制模式 5 | 控制模式 6 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 环戊酮            | 0.50   | 0.63   | 0.77   | 0.69   | 0.67   | 0.73   |
| 3-糠醛           | 0.17   | 0.19   | 0.20   | 0.22   | 0.18   | 0.22   |
| 2-环戊烯-1-酮      | 1.10   | 1.14   | 1.25   | 1.39   | 1.11   | 1.33   |
| 2-糠醇           | 3.36   | 2.97   | 2.93   | 2.79   | 2.62   | 2.86   |
| 2-环戊烯-1,4-二酮   | 3.79   | 3.01   | 2.88   | 2.45   | 2.86   | 2.99   |
| 环己酮            | 0.71   | 0.74   | 0.93   | 0.87   | 0.73   | 0.87   |
| 2-甲基-2-环戊烯-1-酮 | 1.13   | 1.42   | 1.60   | 1.69   | 1.36   | 1.62   |
| 2-乙酰呋喃         | 0.63   | 0.66   | 0.69   | 0.75   | 0.61   | 0.71   |
| 2(5H)呋喃酮       | 1.26   | 1.21   | 1.13   | 1.19   | 1.09   | 1.18   |
| 丁内酯            | 0.68   | 0.57   | 0.48   | 0.51   | 0.46   | 0.49   |
| 5-甲基-2-糠醛      | 2.80   | 2.82   | 2.78   | 2.61   | 2.56   | 2.78   |
| 3-甲基-2-环戊烯-1-酮 | 0.39   | 0.45   | 0.47   | 0.47   | 0.45   | 0.54   |
| 苯甲醛            | 0.38   | 0.45   | 0.52   | 0.53   | 0.41   | 0.53   |
| 6-甲基-5-庚烯-2-酮  | 0.01   | 0.02   | 0.02   | 0.02   | 0.02   | 0.02   |
| 柠檬烯            | 0.03   | 0.03   | 0.03   | 0.05   | 0.04   | 0.05   |
| 2-乙酰基-5-甲基呋喃   | 0.06   | 0.06   | 0.06   | 0.09   | 0.08   | 0.09   |
| 苯甲醇            | 0.02   | 0.02   | 0.02   | 0.05   | 0.06   | 0.05   |
| 苯乙醛            | 0.04   | 0.03   | 0.03   | 0.06   | 0.06   | 0.07   |
| 苯乙酮            | 0.01   | 0.01   | 0.01   | 0.01   | 0.02   | 0.02   |
| 愈创木酚           | 0.05   | 0.03   | 0.03   | 0.06   | 0.07   | 0.07   |
| 麦芽酚            | 2.89   | 3.69   | 3.35   | 3.08   | 3.14   | 3.66   |
| 苯乙醇            | 0.43   | 0.40   | 0.78   | 0.57   | 0.53   | 0.81   |
| 异佛尔酮           | 0.21   | 0.19   | 0.22   | 0.26   | 0.22   | 0.23   |
| 氧化异佛尔酮         | 0.04   | 0.03   | 0.02   | 0.02   | 0.03   | 0.03   |
| 2-甲氧基-4-甲基苯酚   | 0.18   | 0.31   | 0.17   | 0.26   | 0.21   | 0.22   |
| 4-乙炔基愈创木酚      | 0.13   | 0.12   | 0.16   | 0.14   | 0.14   | 0.17   |
| 香兰素            | 0.06   | 0.05   | 0.05   | 0.02   | 0.02   | 0.05   |
| β-二氢大马酮        | 0.24   | 0.21   | 0.24   | 0.14   | 0.13   | 0.24   |
| 香叶基丙酮          | 0.15   | 0.19   | 0.20   | 0.22   | 0.20   | 0.21   |
| 异丁香酚           | 1.17   | 1.18   | 1.13   | 1.23   | 1.13   | 1.27   |
| 紫罗兰酮           | 0.07   | 0.07   | 0.07   | 0.07   | 0.06   | 0.07   |
| 金合欢基丙酮         | 2.16   | 2.43   | 2.41   | 2.42   | 2.34   | 2.45   |
| 十六酸甲酯          | 11.00  | 10.99  | 11.74  | 11.40  | 10.51  | 10.29  |
| 总量             | 35.85  | 36.32  | 37.37  | 36.33  | 34.12  | 36.92  |

### 2.2.2.3 碱性成分的影响。以烟酸甲酯作内标测定样品，鉴定出烟气中碱性成分定量结果见表 6。

表 6 不同控制模式下烟气碱性成分定量分析结果

μg/支

| 碱性成分        | 控制模式 1 | 控制模式 2 | 控制模式 3 | 控制模式 4 | 控制模式 5 | 控制模式 6 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 吡啶          | 2.34   | 3.08   | 3.53   | 2.29   | 2.76   | 3.16   |
| 吡嗪          | 0.22   | 0.18   | 0.20   | 0.19   | 0.21   | 0.23   |
| 2-甲基吡啶      | 0.89   | 1.09   | 1.14   | 1.08   | 1.17   | 1.13   |
| 2-甲基吡嗪      | 0.56   | 0.57   | 0.61   | 0.55   | 0.62   | 0.65   |
| 2-乙基吡啶      | 0.36   | 0.42   | 0.43   | 0.37   | 0.41   | 0.42   |
| 3-甲基吡啶      | 2.69   | 2.76   | 2.90   | 2.64   | 2.81   | 2.83   |
| 4-甲基吡啶      | 0.29   | 0.30   | 0.31   | 0.25   | 0.30   | 0.29   |
| 2,5-二甲基吡啶   | 0.97   | 1.08   | 1.09   | 0.91   | 1.02   | 1.00   |
| 2,6-二甲基吡嗪   | 0.34   | 0.41   | 0.43   | 0.35   | 0.39   | 0.44   |
| 2,4-二甲基吡啶   | 0.32   | 0.33   | 0.34   | 0.22   | 0.28   | 0.29   |
| 2-乙基吡嗪      | 0.12   | 0.14   | 0.13   | 0.11   | 0.13   | 0.13   |
| 2,3-二甲基吡嗪   | 0.12   | 0.15   | 0.13   | 0.12   | 0.13   | 0.14   |
| 2,3,5-三甲基吡嗪 | 0.07   | 0.08   | 0.08   | 0.11   | 0.11   | 0.11   |
| 2-吡啶甲醛      | 0.09   | 0.11   | 0.11   | 0.10   | 0.10   | 0.11   |
| 2-乙酰吡啶      | 0.08   | 0.10   | 0.07   | 0.07   | 0.10   | 0.11   |
| 3-乙酰吡啶      | 1.12   | 1.16   | 1.17   | 1.09   | 1.14   | 1.14   |
| 喹啉          | 0.90   | 1.01   | 1.05   | 0.86   | 0.96   | 1.00   |
| 2-乙酰吡咯      | 1.09   | 1.17   | 1.19   | 1.06   | 1.03   | 1.18   |
| 3-甲基吡啶      | 6.14   | 6.83   | 7.11   | 6.39   | 6.55   | 6.87   |
| 2-甲基吡啶      | 0.61   | 0.49   | 0.60   | 0.57   | 0.54   | 0.52   |
| 2,3-二甲基吡啶   | 1.33   | 1.46   | 1.53   | 1.18   | 1.40   | 1.52   |
| 总量          | 20.65  | 22.92  | 24.15  | 20.51  | 22.16  | 23.27  |

由表 6 可见,顺流模式和逆流模式前高后低控制方式烘后所测 21 种烟气碱性香味成分总量最高,前低后高控制方式最低,顺流模式前高后低、一段式、前低后高控制方式烘后烟气酸性香味成分总量分别略高于逆流模式相对应的前高后低控制方式、一段式、前低后高控制方式。顺流模式样品

的 2,4-二甲基吡啶高于逆流模式,顺流模式的前高后低控制方式样品烘后吡啶和 3-甲基吡啶含量最高,吡啶对烟气吸味的影响是甜味,2,4-二甲基吡啶能增加烟草味,3-甲基吡啶则能增加丰满度,吡啶类化合物对抽吸余味产生影响<sup>[12]</sup>。

(下转第 829 页)

大孔吸附树脂未达到饱和状态,只有少量不被树脂吸附的黄酮化合物流出;当洗脱液达到 240 ml 后,洗脱液中黄酮化合物含量随洗脱液体积增加明显,说明大孔树脂的吸附能力开始下降;取洗脱液中黄酮的浓度为上样液浓度的 1/10 为泄漏点,则在该试验条件下的上样量为 9.1 mg 黄酮/g 树脂。

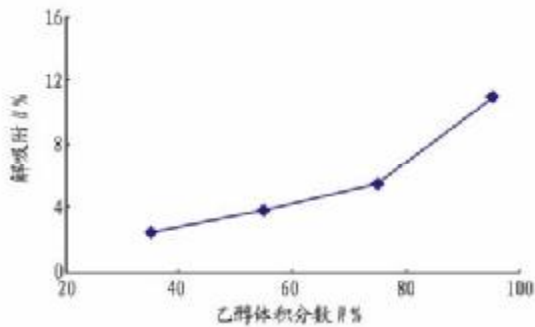


图 2 不同体积分数浓度乙醇溶液的静态解吸附效果

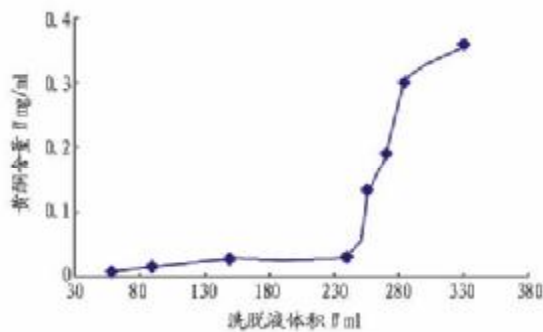


图 3 泄漏曲线

按“1.2.6.2”操作,分别测定 45% 乙醇溶液、65% 乙醇溶液、95% 乙醇溶液中黄酮的纯度,其中 45% 乙醇溶液中黄酮含量最高,达到 47.86%,与板栗壳粗提液中 24.38% 的总黄酮含量相比,有显著提高;而动态梯度洗脱与单次洗脱条件下,洗脱剂的洗脱能力具有显著不同,这可能与板栗壳醇提

物中黄酮化合物类型的多样性有关。梯度洗脱条件下的结果更说明板栗壳醇提物中的主要黄酮化合物的极性与 45% 左右乙醇溶液的极性相当。

### 3 结论

研究通过静态吸附和解吸附试验从 4 种大孔吸附树脂中筛选出 AB-8 大孔吸附树脂能较好地吸附和解吸附板栗壳中黄酮类化合物;对其吸附动力学研究表明,AB-8 大孔吸附树脂对板栗壳中黄酮化合物的吸附属快速吸附类型;静态解吸附条件下,极性较小的 95% 乙醇溶液表现出较强的解吸附能力,而按 9.1 mg 黄酮/g 树脂上样,进行柱层析纯化,梯度洗脱时,45% 乙醇溶液中黄酮含量最高,达 47.86%,比粗提液中黄酮含量有所提高,而板栗壳醇提物中黄酮化合物主要集中在 45% 乙醇洗脱液中,这为后续研究提供了重要依据。

### 参考文献

- [1] 郑万钧. 中国树木志·第二卷[M]. 北京:中国林业出版社,1983:2203-2207.
- [2] 中药辞海编审委员会. 中药辞海(第二卷)[M]. 北京:中国医药科技出版社,1993:2014-2015.
- [3] 中华本草编辑委员会. 中华本草(第二卷)[M]. 上海:上海科学技术出版社,1999:419-421.
- [4] 赵德义,高文海,花成文,等. 板栗壳化学成分的初步研究[J]. 陕西林业科技, 2003(2):1-2.
- [5] 贾陆,席芳,王娜,等. 板栗壳化学成分研究[J]. 中国医药工业杂志, 2010, 41(2):98-102.
- [6] 张鞞灵,刘国强,高锦明,等. 黄酮类化合物生物活性与结构的关系[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(2):75-79.
- [7] 马盼香,金华,李雅玲,等. 大孔吸附树脂在天然药物有效成分提取分离的应用进展[J]. 中国现代药物应用, 2008, 2(6):101-102.
- [8] 王高森,侯世祥,朱浩,等. 大孔树脂吸附纯化中药复方特性研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(15):1237-1240.
- [9] 苏克曼,张济新. 仪器分析实验[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社,2005:176.
- [10] 胡志军,沈玲玲,王南溪,等. 大孔吸附树脂分离纯化金银花中黄酮类物质的研究[J]. 离子交换与吸附, 2011, 27(3):229-237.
- [11] 郭立玮. 中药分离原理与技术[M]. 北京:人民卫生出版社,2010:503-517.

(上接第 826 页)

### 3 结论

KLD2-3 型滚筒烘丝机前低后高、一段式、前高后低 3 种控制方式下,顺流模式烘后烟丝的总糖和还原糖测定值均高于逆流模式,顺流模式不同控制方式烘后烟丝总糖和还原糖差别不大,逆流模式下总糖一段式最高,前高后低控制方式最低,还原糖变化不明显。除逆流模式一段式外,其他顺流模式和逆流模式各控制方式烟碱含量比较接近,逆流模式一段式烟丝烟碱含量高于其他控制方式。顺流模式 3 种控制方式和逆流模式 3 种控制方式烘后烟丝的氯、钾、常规烟气的含量和烟气中性香味成分总量均比较接近。顺流模式前高后低控制方式烘后烟气酸性香味成分总量、烟气碱性香味成分总量高于逆流模式前高后低控制方式,一段式、前低后高控制方式也具有相同结果。

### 参考文献

- [1] DAVIS D L, NIELSEN M T. 烟草——生产,化学和技术[M]. 北京:化

学工业出版社,2003.

- [2] 黄嘉初. 烟草工业手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,1999.
- [3] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 159-2002 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [4] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 160-2002 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [5] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 173-2003 烟草及烟草制品 钾的测定 火焰光度法[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. YC/T 162-2002 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法[S]. 北京:中国标准出版社,2002.
- [7] 国家烟草质量监督检验中心. GB/T 19609-2004 卷烟 用常规分析用吸烟机测定总颗粒物 and 焦油[S]. 北京:中国标准出版社,2005.
- [8] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 157-2001 卷烟 总颗粒物中水分的测定 气相色谱法[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [9] 全国烟草标准化技术委员会. YC/T 156-2001 卷烟 总颗粒物中烟碱的测定 气相色谱法[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [10] 国家烟草质量监督检验中心. YC/T 30-1996 卷烟 烟气气相中一氧化碳的测定非散射红外法[S]. 北京:中国标准出版社,1996.