



引用格式:王猛,凌军,韦克毅,等. 多孔葛根颗粒的制备及其在卷烟中的应用[J]. 轻工学报, 2016,32(1): -.

中图分类号:TQ46;TS231 文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.2096-1553.2017.1.008

文章编号:2096-1553(2017)01-0050-08

# 多孔葛根颗粒的制备及其在卷烟中的应用

## Preparation and application of porous pueraria granule in the cigarette exploitation

王猛,凌军,韦克毅,颜克亮,蔡波,周国福

WANG Meng, LING Jun, WEI Ke-yi, YAN Ke-liang, CAI Bo, ZHOU Guo-fu

云南中烟工业有限责任公司 技术中心, 云南 昆明 650231

Technolgy Center, China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Kunming 650231, China

### 关键词:

酶解;流化床制粒;多孔葛根颗粒;卷烟滤棒

### Key words:

enzymatic hydrolysis; fluidized bed granulation; porous pueraria granule; cigarette filter

**摘要:**以葛根全粉为原粒,采用正交试验设计优化酶解反应体系参数,制备多孔葛根粉末,并经流化床制粒工艺得到多孔葛根颗粒,将所制备的多孔葛根颗粒添加到卷烟滤棒中可降低卷烟有害成分,改善卷烟感官品质.葛根全粉酶解制备多孔葛根粉末的最佳条件为:酶添加量0.8%,糖化酶与 $\alpha$ -淀粉酶的质量比1:1,pH=5.5,反应温度50℃,酶解时间16h.流化床制粒配方为:选取粒径>80目的酶解多孔葛根粉末作为制粒原料; $m$ (羧甲基淀粉钠): $m$ (羧甲基纤维素)=3:5,浓度为8%的复配溶液作为制粒粘结剂.

收稿日期:2015-11-17;修回日期:2016-09-10

基金项目:云南省重点新产品开发计划项目(2015BA006);中国烟草总公司科技重点项目(110201402042)

作者简介:王猛(1987—),女,山东聊城人,云南中烟工业有限责任公司工程师,主要研究方向为植物材料烟用技术.

**Abstract:** Orthogonal test was investigated to optimize conditions of enzymatic hydrolysis for Pueraria with pueraria whole powder as material. Porous pueraria granule was prepared by fluid-bed granulation technology. The optimal enzymatic hydrolysis conditions were determined as enzyme concentration 0.8%, the mass ratio of glucoamylase and  $\alpha$ -amylase was 1:1, pH value was 5.5, the reaction temperature was 50 °C, and hydrolysis time was 16 h. Formulation factors of fluidized bed granulation processing were as follows: particle size of micro-porous starch was larger than 80 mesh as granulating material, and the optimized binder formulation contained 3 wt% sodium carboxymethyl starch and 5 wt% Sodium carboxymethyl cellulose mix solution. The prepared porous pueraria granule was added to cigarette filter rod to reduce the harmful ingredients in cigarette smoke and improve the cigarette sensory quality.

## 0 引言

随着烟草增香提质逐渐向烟用辅材前移,行业内要求滤棒添加剂在吸附烟气有害成分的同时,还能保留、弥补卷烟的香气和香味<sup>[1]</sup>. 多孔淀粉具有比表面积高、孔结构丰富、堆积密度和颗粒密度较低等特点,具有较高的吸附能力和吸附容量<sup>[2]</sup>. 酶解法制备多孔淀粉工艺简单、天然安全,可同时得到不同尺寸和孔深度的中孔结构,具有较高的应用价值<sup>[3]</sup>. 唐忠锋等<sup>[4]</sup>研究表明,葛根全粉经酶解后,在颗粒表面能够形成许多微孔,并经脐心进入淀粉粒内部. 近年来,国内外相关科研工作者已将多种吸附材料开发成滤棒添加剂,但往往存在制备工艺条件苛刻、来源有限、影响卷烟吸食品质和质量安全等缺陷<sup>[5]</sup>. 多孔淀粉可作为一种新型、安全、食品级的烟用添加剂用于开发滤棒材料<sup>[6]</sup>,但将葛根尤其是酶解后的多孔葛根粉末制成颗粒应用于卷烟还鲜见报道. 本文拟对制备多孔葛根粉末和多孔葛根颗粒的方法与工艺进行研究,并将其添加到卷烟中,进行相关测试与评价,以期开发天然滤棒材料提供研究基础.

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

材料:葛根干片(一级)购自安徽省;糖化酶(200 000 U/g), $\alpha$ -淀粉酶(20 000 U/g),邢台万达生物工程有限公司产;柠檬酸、

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , NaOH, 色拉油, 羧甲基淀粉钠, 羧甲基纤维素, 均为分析纯, 国药集团化学试剂有限公司产.

仪器: Glatt (Midi) 流化床, 德国 Glatt 公司产; RX-94-3 自动振筛机, 美国 RO-TOP 公司产; FEI Quanta 200 FEG 扫描电镜, 荷兰飞利浦公司产; Mastersizer 2000 激光衍射粒度分析仪, 英国马尔文仪器公司产.

### 1.2 实验方法

**1.2.1 多孔葛根粉末的制备** 取葛根全粉 50 g 加入到 500 mL 三角瓶中, 加入不同 pH 值的柠檬酸/ $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  缓冲液共 200 mL, 在 40 ~ 50 °C 条件下预处理 15 min; 加入  $\alpha$ -淀粉酶和糖化酶, 可通过添加 NaOH 或  $\text{H}_3\text{PO}_4$  调节反应溶液的 pH 值, 将三角瓶置于恒温水浴锅中搅拌, 酶解后, 加入 4% NaOH 溶液终止反应. 将反应液冷却, 在 3000 r/min 条件下离心 15 min; 倾出上层液体, 剩余物抽滤, 并用水洗涤抽滤物 3 次后, 在 45 °C 条件下干燥至含水率 8% 左右; 粉碎, 过 80 目筛, 得到多孔葛根粉末.

**1.2.2 吸油率的测定** 多孔淀粉吸油率往往对应着酶解淀粉本身的开孔率. 精确称取烘干多孔葛根粉末样品 5.00 g, 室温下与色拉油混合搅拌 30 min, 用布氏漏斗抽滤, 直至没有液滴滴下, 按以下公式计算吸油率:

$$\text{吸油率} = \frac{m_{\text{色拉油}}}{m_{\text{多孔淀粉}}} \times 100\%$$

### 1.3 多孔葛根颗粒的制备

根据《烟用活性炭》(YC/T 265—2008) 和

企业滤棒复合成型机的生产情况,烟用滤棒颗粒的基本技术要求如下:粒径范围 20—60 目,水分 $\leq 7\%$ ,卡尔指数 $\leq 20$ 。

**1.3.1 流化床制粒** 将原料粉末 800 g 置于流化床中,在进风温度 50 ℃,进风压力 25 kPa,喷雾压力 27 kPa,蠕动泵流速 8 mL/min 的工艺条件下进行流化喷雾干燥制粒。以制粒效率、检测颗粒的堆积密度和振实密度、感官评价为衡量指标,优选配方中的原料粉末粒径、粘结剂种类和配比。

**1.3.2 制粒效率及颗粒特性分析** 粒度合格率测定采用筛分析法,取美国标准筛一套,选取 20 目、60 目两种孔径。取不能通过 60 目筛与能通过 20 目筛的颗粒作为合格颗粒,称定质量,按照式①计算制粒效率。

$$\text{制粒效率} = \frac{m_{\text{合格颗粒}}}{m_{\text{原始物料}}} \times 100\% \quad \text{①}$$

颗粒堆积密度及振实密度的测定:称量 100.0 g 的颗粒试样至透明量筒中(整个过程切忌振动),直接读数  $H_1$ ,其堆积密度/( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )按照式②进行计算。堆积密度测定后,将透明量筒固定到自动振筛机上,振筛 6 min,停止后读数  $H_2$ ,其振实密度/( $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )按式③进行计算。

$$\text{堆积密度} = \frac{100.0}{H_1} \quad \text{②}$$

$$\text{振实密度} = \frac{100.0}{H_2} \quad \text{③}$$

#### 1.4 多孔葛根颗粒在卷烟中的应用评价方法

将多孔葛根颗粒按照 20 mg/支的添加量,通过滤棒成型机均匀地添加到滤棒丝束中。料棒与常规白棒进行复合成型制成二元复合滤棒,用两段空白滤棒制备对照复合滤棒。为保障后续卷烟感官评价工作能够对卷烟样品作出客观评价,在制作空白复合滤棒时,采用相同的丝束规格,通过调整丝束填丝量,尽量保障空白复合滤棒与实验复合滤棒的吸阻较为接近。

参照 GB/T 16447—2004《烟草和烟草制品调节和测试的大气环境》的规定,将制备的实验卷烟置于温度(22 ± 1)℃和相对湿度(60 ± 2)%条件下平衡 48 h,利用多功能综合测试台,测试烟支物理参数。按照行业标准 YC/T 28—1996,挑出符合要求的实验卷烟,用于后续的感官评价和烟气化学成分分析。将挑选的卷烟进行感官和减害效果评价:采用 YC/T 497—2014《卷烟 中式卷烟风格感官评价方法》进行感官评价;烟气常规检测标准采用 GB/T 19609—2004, GB/T 23355—2009, GB/T 23356—2009, GB/T 23203.1—2008。

对卷烟的总粒相物进行 HPLC-ESI-MS 分析。高效液相色谱条件:色谱柱为 Waters Acquity BEH C18 柱(1.7 μm, 2.1 mm × 100 mm),流速为 0.2 mL/min,柱温为 30 ℃,进样量为 5 μL,流动相 A 为乙腈,流动相 B 为 0.1% 的甲酸溶液。梯度洗脱条件见表 1。

表 1 高效液相色谱梯度洗脱条件

Table 1 Solvent gradient elution program of HPLC

时间/min	流动相 A/%	流动相 B/%
0	80	20
8	80	20
10	100	0
12	100	0
13	80	20

质谱条件:离子源为电喷雾电离源(ESI),扫描方式为负离子扫描,检测方式为多反应监测(MRM),电喷雾电压为 5000 V。

## 2 结果与讨论

### 2.1 多孔葛根粉末最佳酶解条件的确定

为了获得多孔葛根粉末最佳酶解条件,根据酶解葛根全粉的单因素试验结果,确定酶解体系酶用量(A)0.6 wt%,糖化酶与 α-淀粉酶质量比(B)  $m_{\text{糖化酶}} : m_{\alpha\text{-淀粉酶}} = 2 : 1$ ,pH 值(C) 5.0,反应温度(D)45 ℃,酶解时间(E)12 h,以

此为基准确定正交试验因素水平.以吸油率为指标,进行多孔葛根粉末制备工艺正交试验  $L_{16}(4^5)$ ,因素水平见表2,试验结果见表3.

表2 酶解工艺正交试验因素水平表

Table 2 Factors and levels of orthogonal experiments for enzymolysis

水平	A/%	B	C	D/°C	E/h
1	0.2	1:1	4.5	40	8
2	0.4	2:1	5.0	45	12
3	0.6	3:1	5.5	50	16
4	0.8	4:1	6.0	55	20

表3 酶解工艺正交试验设计与结果  $L_{16}(4^5)$

Table 3 Program and results of orthogonal experiments for enzymolysis  $L_{16}(4^5)$

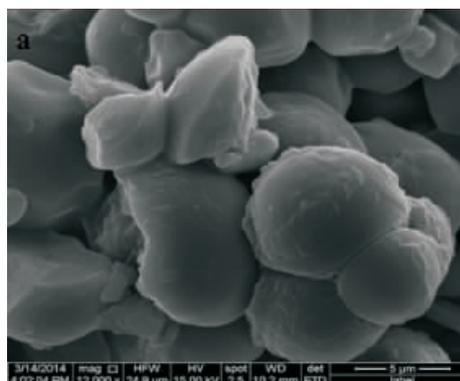
试验号	水平					吸油率/%
	A	B	C	D	E	
1	1	1	1	1	1	38
2	1	2	2	2	2	48
3	1	3	3	3	3	57
4	1	4	4	4	4	49
5	2	1	2	3	4	60
6	2	2	1	4	3	50
7	2	3	4	1	2	47
8	2	4	3	2	1	50
9	3	1	3	4	2	59
10	3	2	4	3	1	54
11	3	3	1	2	4	45
12	3	4	2	1	3	50
13	4	1	4	2	3	56
14	4	2	3	1	4	49
15	4	3	2	4	1	50
16	4	4	1	3	2	56
均值1	48.0	53.2	47.2	46.0	48.0	
均值2	51.7	50.2	52.0	49.7	52.5	
均值3	52.0	49.7	53.7	56.7	53.2	
均值4	52.7	51.2	51.5	52.0	50.7	
极差	4.8	3.5	6.5	10.8	5.3	

极差反映了各因素水平对试验指标的响应程度,极差越大,因素水平对试验指标的影响越大.由表3可知,各因素影响吸油率的主次顺序为  $D > C > E > A > B$ ,即温度  $>$  pH 值  $>$  酶解时间  $>$  酶用量  $>$  糖化酶与  $\alpha$ -淀粉酶的质量比.经正交试验设计优化后,最佳酶解条件为

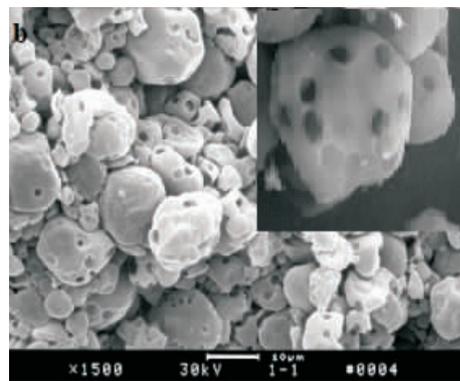
$A_4B_1C_3D_3E_3$ ,即酶用量为0.8%,酶解时间16 h, pH = 5.5,反应温度 50 °C,糖化酶与  $\alpha$ -淀粉酶的质量比 1:1.按照正交试验设计方案中的  $A_4B_1C_3D_3E_3$  进行试验,得到多孔葛根粉末的吸油率为 69%,表明在该条件下酶解效率较高,所制备的酶解葛根全粉具有较好的开孔率.

## 2.2 酶解葛根全粉的特征

为分析酶解葛根全粉的表面微观结构,采用扫描电镜(SEM)对普通葛根全粉和酶解后的葛根全粉的形貌进行表征(见图1).



a) 普通葛根全粉



b) 酶解葛根全粉

图1 普通葛根全粉和酶解葛根全粉的SEM图

Fig. 1 SEM images of the normal and enzymolysis pueraria full powder

由图1可以看出,酶解后的葛根全粉由很多细小的多孔葛根粉末颗粒聚集形成,颗粒表面具有多孔结构,且在颗粒间有很多缝隙和空腔.从图1b)可以看出,酶解后的葛根全粉表面形成了良好的孔状结构,为类似马蜂窝的中空

颗粒. 酶解后的多孔粉末有一定程度的凝胶化, 使其具备一定的强度和弹性. 多孔粉末内部具有凹腔, 由表面向颗粒中心深入形成孔洞, 可以很好地吸附和包埋目标物质. 而普通葛根全粉颗粒间有少量间隙和空腔, 但颗粒表面无多孔结构. 因此, 葛根全粉经酶解和颗粒成型过程后, 能获得较普通葛根全粉更高的孔隙率.

### 2.3 多孔葛根颗粒制备

与天然淀粉相比, 多孔葛根粉末比表面积、振实密度和堆积密度较低, 适合采用流化床技术制备多孔葛根颗粒; 应用于卷烟中, 也可避免直接添加多孔粉末产生粉尘和添加不均匀的缺陷. 对于流化床制粒, 影响制粒效果的配方因素主要是原料和粘结剂.

**2.3.1 葛根制粒原料** 采用流化床设备对不同目数的多孔葛根粉末进行制粒, 以确定原料的粒径范围. 多孔葛根粉末的粒径对制粒效果的影响见表4.

由表4可知, 60—80目粒径范围内的多孔

葛根粉末难以制成更大的颗粒. 在制粒过程中, 较大的多孔葛根粉末颗粒与粘结剂接触后, 原料微粒之间接触面积小, 难以被粘结剂粘结在一起. 大于80目的多孔葛根粉末所制备的颗粒外观较为均匀, 均为球状小颗粒, 能够得到目标颗粒. 在流化床制粒中, 粒径和粒径分布是物料最重要的物理性质. 物料粒径过小, 表面积较大, 粘结剂用量越大, 粒子间容易产生粘连. 物料的粒径分布宽, 制得的颗粒牢固、孔隙率低. 为此, 选取颗粒粒径 >80 目的多孔葛根粉末作为制粒原料.

**2.3.2 粘结剂的选择与优化** 粘结剂的种类和浓度对颗粒的外观、流动性和卷烟吸味也有较大的影响. 结合实际应用, 以5 wt%的羧甲基淀粉钠、羧甲基纤维素、聚乙烯吡咯烷酮、羟丙基甲基纤维素和明胶水溶液作为粘结剂, 进行平行制粒试验, 试验结果见表5.

综合考虑颗粒外观、制粒效率、流动性和在卷烟中的感官品质, 采用羧甲基淀粉钠、羧甲基纤维素进行复配确定合适的粘结剂. 这两种粘结剂都具有良好的亲水性、生物相容性和生物降解性, 同时两种大分子间的交互作用还可改善胶体的性能. 结合目标制粒强度和流化床喷孔对粘结剂浓度的要求, 固定复配粘结剂浓度8%, 将羧甲基淀粉钠和羧甲基纤维素按不同比例(质量比)复配以提高粘结剂溶液的黏度. 羧甲基淀粉钠与羧甲基纤维素配比及溶液黏度见表6.

表4 多孔葛根粉末粒径对制粒效果的影响

Table 4 The impact of pueraria powder sizes for granulating

原料粒径	制粒效率/%	颗粒外观
60—80目	—	难以制备更大的颗粒
80—100目	49.5	颗粒圆整, 较为均匀
100—120目	50.3	颗粒圆整、较为均匀
>120目	36.4	颗粒圆整、较为均匀
>80目	45.3	颗粒圆整、较为均匀

表5 粘结剂对多孔葛根粉末制粒效果的影响

Table 5 The impact of binders for porous pueraria powder granulating

粘结剂	颗粒外观	制粒效率/%	堆积密度 / (g · mL <sup>-1</sup> )	振实密度 / (g · mL <sup>-1</sup> )	CI 指数/%	感官品质
羧甲基淀粉钠	圆整球状	39.7	0.32	0.43	25.58	刺激性降低
羧甲基纤维素	呈圆柱状	62.2	0.29	0.33	12.12	无明显差异
聚乙烯吡咯烷酮	呈圆柱状	65.3	0.30	0.36	16.67	刺激性增强
羟丙基甲基纤维素	呈圆柱状	29.8	0.25	0.32	21.88	无明显差异
明胶水溶液	类圆球状	46.9	0.28	0.34	17.65	刺激性降低

表6 羧甲基淀粉钠与羧甲基纤维素  
质量比和溶液黏度

Table 6 The viscosity and quality ratio of  
the formulation in CMS/CMC

试验编号	$m_{\text{羧甲基淀粉钠}} : m_{\text{羧甲基纤维素}}$	黏度/( $\text{mPa} \cdot \text{s}$ )
G-2	6 : 2	116.1
G-3	5 : 3	148.5
G-4	4 : 4	182.6
G-5	3 : 5	238.2
G-6	2 : 6	227.7

由表6可知,复配粘结剂的黏度基本上随着羧甲基纤维素用量增加而增强,这可能是羧甲基纤维素在溶液中可以形成更多的缠结点,增加了分子的交联程度,使复配黏结剂体系的黏度提高. 粘结剂黏度对葛根粉制粒效果影响见表7.

表7 粘结剂黏度对葛根粉制粒效果的影响

Table 7 The impact of binder viscosity for granulating

试验编号	制粒效率/%	堆积密度/ $(\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$	振实密度/ $(\text{g} \cdot \text{mL}^{-1})$	CI 指数/%
G-2	51.3	0.308	0.382	19.37
G-3	57.1	0.316	0.380	16.84
G-4	66.8	0.324	0.382	15.18
G-5	76.3	0.358	0.412	13.11
G-6	75.9	0.357	0.414	13.77

由表7可知,随着粘结剂黏度的增强,颗粒的振实密度变大,流动性也随之增强,说明粘结剂的黏度对颗粒的紧密程度有较大的影响. 粘结剂黏度对制粒效率的影响也较为显著,黏度越大制粒效率越高. 由于在颗粒成型过程中,羧甲基淀粉钠还起到赋型的作用,所以最终选择  $m_{\text{羧甲基淀粉钠}} : m_{\text{羧甲基纤维素}} = 3 : 5$ ,浓度为8%的复配溶液作为制粒粘结剂.

**2.3.3 粒径分析** 多孔葛根粉末和制备颗粒粒径分布见图2.

采用激光粒度分析仪对多孔葛根粉末和多孔葛根颗粒进行粒径分析. 从图2a)可以看出,多孔葛根粉末粒径分布较宽,平均粒径

$D(0.5) = 66.0 \mu\text{m}$ ,大部分多孔葛根粉末粒径在  $120 \mu\text{m}$  左右,部分原料粒径较小 ( $< 20 \mu\text{m}$ ). 经流化床制备的多孔葛根颗粒粒径分布较窄(见图2b)),总体呈正态分布,平均粒径  $D(0.5) = 308.3 \mu\text{m}$ . 说明通过流化床制粒,多孔葛根粉末在粘结剂的作用下,团聚、粘合,形成适宜在卷烟滤棒中添加的较大颗粒.

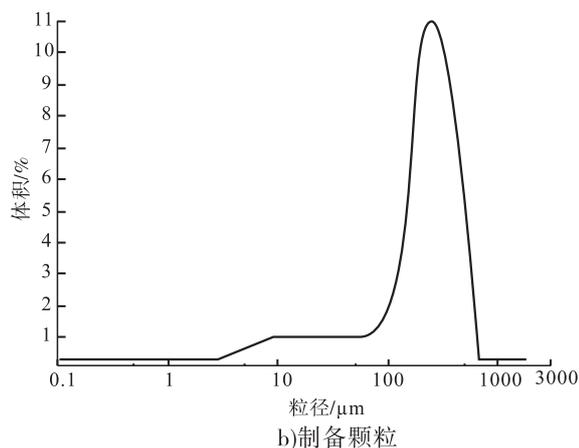
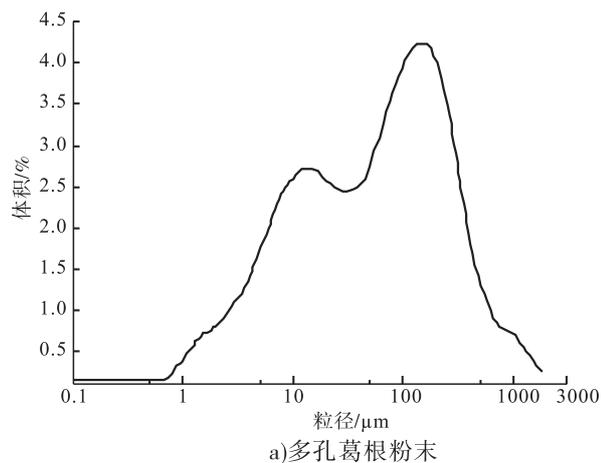


图2 多孔葛根粉末和制备颗粒粒径分布图

Fig. 2 Particle size distributions of the pueraria powder and the obtained granule

### 3 多孔葛根颗粒在卷烟中的应用

#### 3.1 试样卷烟的物理参数和常规烟气指标

试样卷烟和对照卷烟的物理参数、常规烟气指标检测结果见表8. 结果显示,添加了多孔葛根颗粒的试样卷烟的烟支质量、吸阻和平均圆周与对照卷烟较为接近,满足卷烟抽吸要求.

表8 试样卷烟物理参数和常规烟气指标检测结果

Table 8 Physical parameters and Conventional smoking gas of the tested cigarette

卷烟样品	平均质量 $/(mg \cdot 支^{-1})$	平均吸阻/ $(Pa \cdot 支^{-1})$	平均圆周 $/(mm \cdot 支^{-1})$	抽吸口数 $/(口 \cdot 支^{-1})$	总粒相物 $/(mg \cdot 支^{-1})$	焦油 $/(mg \cdot 支^{-1})$	烟碱 $/(mg \cdot 支^{-1})$	水分 $/(mg \cdot 支^{-1})$	CO $/(mg \cdot 支^{-1})$
对照卷烟	855.4	1045.7	24.33	8.01	13.03	11.60	1.13	1.26	13.0
试样卷烟	864.9	1066.2	24.35	7.68	11.83	10.68	0.89	1.18	11.7

在卷烟中加入多孔葛根颗粒,烟气常规指标中的总粒相物、焦油、烟碱和CO均有一定程度的降低.结合对多孔葛根颗粒的形貌表征,其较高的比表面积和内部的凹腔对烟气气溶胶具有一定的吸附引力.相关研究表明<sup>[7]</sup>,烟气气溶胶的大小在0.1~10 μm之间,其中小于1 μm的小尺寸粒子占大多数,能将主流烟气中有害物质吸附到凹腔内部.

### 3.2 试样卷烟的感官评价

添加多孔葛根颗粒与空白对照的品质特征和口味特征见图3.

从图3可以看出,与对照卷烟相比,在品质特征方面,多孔葛根颗粒的添加能够明显改善卷烟抽吸时的干燥感,减轻口腔和喉部刺激,同时使烟气细腻圆润,而对其他指标无明显影响.在口味特征方面对甜味指标有正面贡献作用.

添加多孔葛根颗粒与空白对照的风格特征见图4.

由表4可知,多孔葛根颗粒的添加应用对风格特征中甜香指标有所改善,其主要作用是

改善卷烟抽吸舒适性,提升烟气在口腔中的滋润感和甜感,且较为自然舒适.将多孔葛根颗粒添加到卷烟滤棒中,不参与燃烧裂解,抽吸时卷烟燃烧产生的热气流通过多孔结构并在造粒过程中引入大量孔隙的葛根颗粒,可以以蒸馏的方式把葛根活性成分从滤嘴中带出,给抽吸者带来较好的抽吸体验和安全性.葛根主要活性成分是异黄酮(葛根素、大豆苷元、大豆苷等),含量也比较高,因此葛根具有微弱的涩味和酸味,同时各类糖苷类物质种类较为丰富、回味甘甜,能够在一定程度上增加唾液分泌.经流化床造粒后,多孔葛根颗粒较之原料粉末结构更疏松,内部的孔结构和较高的比表面积使得葛根的功能成分更容易持续稳定地释放,同时与主流烟气充分接触,可长期稳定地起到增香提质的作用.结合感官评价结果,可推测出葛根中的部分成分被携带进入烟气.烟气粒相物中葛根素和大豆苷的MRM色谱图见图5.

将高效液相电喷雾离子化串联质谱技术(HPLC-ESI-MS)应用于检测葛根功能成分,主

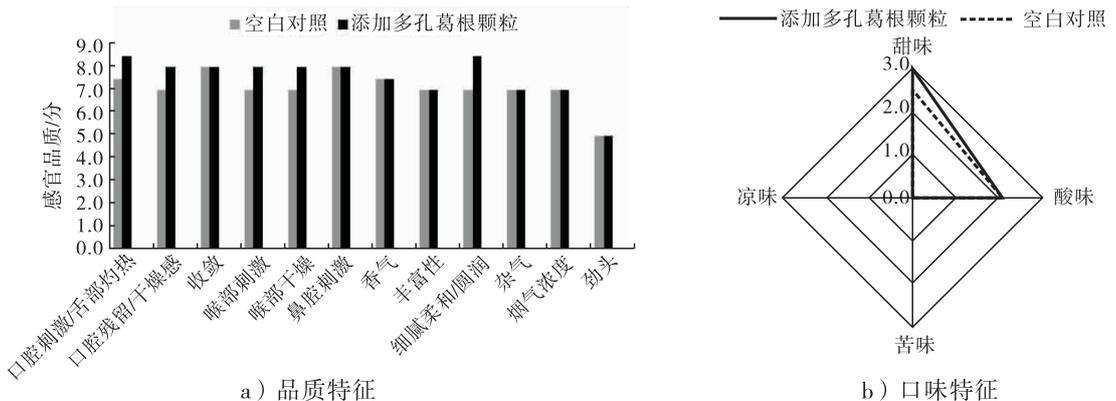


图3 添加多孔葛根颗粒与空白对照的品质特征和口味特征图

Fig. 3 Quality and flavor characteristic of the cigarette using porous pueraria granule and the contrast

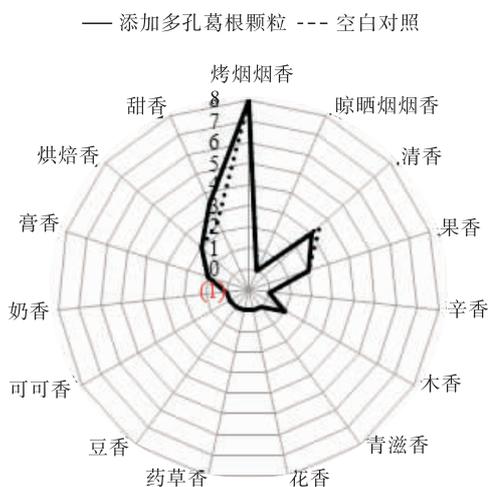


图4 添加多孔葛根颗粒与空白对照的风格特征图

Fig. 4 Sensory profile characteristic of the cigarette using porous pueraria granule and the contrast

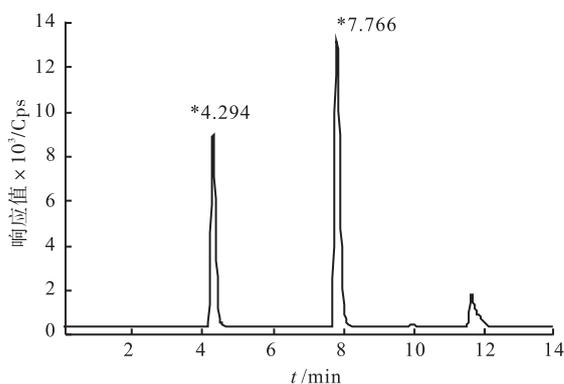
图5 烟气颗粒物中葛根素和  
大豆苷的MRM色谱图

Fig. 5 The puerarin and daidzein in total particulate matter monitored with MRM

要针对已知或假定信息设定质谱检测规则,对符合要求的离子进行信号记录,具有高灵敏度和高特异性.在多反应监测负离子电喷雾模式下进行分析,确保葛根异黄酮的检测灵敏度.结合相关研究报道<sup>[7]</sup>,在添加多孔葛根颗粒卷烟的主流烟气颗粒物中检出了葛根素( $t_R = 4.29 \text{ min}$ )和大豆苷( $t_R = 7.77 \text{ min}$ ),见图5.而空白卷烟主流烟气颗粒物中未检出,这表明葛根素和大豆苷能够转移到主流烟气.因此,多孔

葛根颗粒中的异黄酮化合物、葛根苷类化合物和三萜皂苷类化合物等,可能转移到主流烟气颗粒物中,对卷烟的感官品质产生了影响.

## 4 结论

以葛根全粉为原料,采用酶解法制备了具有多孔结构的葛根粉末,通过正交试验优化制备工艺,使其具有较好的开孔率.以多孔葛根粉末为原料,采用流化床工艺制备多孔葛根颗粒,所制备的颗粒具有较高的比表面积和丰富的微孔结构,可显著提高颗粒材料与卷烟主流烟气的有效接触面积,在降低卷烟有害成分的同时,兼具减轻烟气刺激、改善余味、增加烟气甜润感的功效.

## 参考文献:

- [1] 王宗英,王建民,邓宝安.多孔淀粉在卷烟滤嘴中的应用研究[J].郑州轻工业学院学报,2010,25(1):9.
- [2] 赵锴,陆天健,全学军,等.多孔淀粉制备与应用的研究进展[J].重庆工学院学报,2005,19(5):130.
- [3] 陈丽,谭亦成,张喻.多孔淀粉的酶法制备及在食品中的应用研究进展[J].粮油食品科技,2013,21(2):16.
- [4] 唐忠锋,梁兴泉,杨思广,等.微孔淀粉制备及性能研究进展[J].辽宁化工,2004,33(4):403.
- [5] 杨松,聂聪,孙学辉,等.聚甲基丙烯酸缩水甘油酯互通多孔材料选择性降低卷烟烟气中的苯酚[J].烟草科技,2012(8):44.
- [6] 姚二民,张超帅,李晓,等.多孔淀粉茶叶包埋颗粒在卷烟过滤器中的应用[J].江苏农业科学,2014(42):311.
- [7] 赖玲.葛根的研究进展[J].海峡医药,2013(25):10.