

### 3 种中药最细粉的制备及理化性质考察

化 玮<sup>1</sup>, 刘 洋<sup>1</sup>, 艾 国<sup>2,3,4\*</sup>, 黄正明<sup>3</sup>

1. 北京联合大学应用文理学院, 北京 100191

2. 空军航空医学研究所, 北京 100142

3. 解放军 302 医院全军中药研究所, 北京 100039

4. 军事医学科学院放射与辐射医学研究所, 北京 100850

**摘要:** 目的 制备 3 种中药浙贝母、天麻和红景天的最细粉, 比较不同粒径的中药粉体的理化性质差异。方法 分别制备浙贝母、天麻和红景天最细粉, 对其粒径、形貌结构、流动性、吸湿性等粉体学特征以及醇溶性浸出物的量和有效成分的量进行考察。结果 药材经过粉碎后, 3 种中药材的粉体学性质及醇溶性浸出物和有效成分的量均发生一定的改变。随着粒径的减小, 中药粉体的比表面积增加, 流动性稍有降低, 吸湿性稍有增加, 醇溶性浸出物的量和有效成分的量均有所提高。结论 3 种中药材经过粉碎后, 粉体学性质有所改变, 能够促进药材中有效成分的溶出, 为中药最细粉的入药提供了实验依据。

**关键词:** 中药; 最细粉; 粉体学性质; 浸出物; 粒径

中图分类号: R283.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)23-3296-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.23.008

### Preparation and physicochemical properties of three kinds of superfine powder of Chinese materia medica

HUA Wei<sup>1</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>, AI Guo<sup>2,3,4</sup>, HUANG Zheng-ming<sup>3</sup>

1. College of Applied Arts and Science, Beijing Union University, Beijing 100191, China

2. Institute of Aviation Medicine, Chinese PLA Air Force, Beijing 100142, China

3. Department of Pharmacy, 302 Hospital of PLA, Beijing 100039, China

4. Institute of Radiation Medicine, Academy of Military Medical Sciences, Beijing 100850, China

**Abstract: Objective** To prepare the three kinds of superfine powder of *Fritillariae Thunbergii Bulbus* (FTB), *Gastrodiae Radix* (GR), and *Rhodiola Crenulateae Radix et Rhizoma* (RCRR) and compare the differences of their physicochemical properties in different particle diameters of Chinese materia medica (CMM) powder. **Methods** The superfine powder of FTB, GR, and RCRR was prepared to investigate the powder characteristics for the particle diameters, powder morphology, liquidity, and hygroscopicity. Furthermore, the ethanol extract and the effective ingredient content were quantified to evaluate the impact of particle diameters on the physicochemical properties of FTB, GR, and RCRR. **Results** There were differences between the common and superfine powder in physicochemical characteristics. With the decreasing of particle diameters of FTB, GR, and RCRR powder, both the specific surface area and the moisture increased while the liquidity decreased slightly. The alcohol soluble extract and effective ingredient content increased. **Conclusion** After superfine grinding, the powder properties of FTB, GR, and RCRR superfine powder are changed, the dissolution of effective ingredient is promoted, which provides the experimental references for the further study on the superfine powder of CMM.

**Key words:** Chinese materia medica; superfine powder; powder characteristics; extract; particle diameter

凡是以中医药理论为指导, 用于防病治病的药物统称为中药, 主要包括植物药、动物药和矿物药, 其中绝大多数是植物药, 占中药总数的 85%以上<sup>[1]</sup>。

植物药的有效成分通常分布在细胞内与细胞间质中, 且以细胞内为主。在细胞完整无损的情况下, 有效成分只有透过细胞壁及细胞膜释放出来后, 才

收稿日期: 2013-07-13

作者简介: 化 玮 (1990—), 男, 本科生, 研究方向为药物分析。

\*通信作者 艾 国 (1976—), 男, 博士后, 研究方向为中药新药及药理。E-mail: guoair@163.com

能被人体所吸收而发挥药理作用。因此,细胞壁是植物药的有效成分溶出的主要屏障,研究可用于细胞破壁的中药制剂新技术对于提高中药的药品质量和生物利用度,降低药用资源的消耗和浪费,提升中药形象和促进中药现代化都具有十分重要的实际意义和应用价值<sup>[2]</sup>。

中药超微粉碎主要是指利用机械或流体力学的途径将中药材粉碎至粒径 $<10\ \mu\text{m}$ 的过程<sup>[3]</sup>。由于植物细胞的直径一般为 $10\sim 100\ \mu\text{m}$ ,因此中药经超微粉碎后就变成了 $10\ \mu\text{m}$ 左右的微粉,在该细度条件下的细胞破壁率将大于95%。细胞经破壁后,细胞内的有效成分充分暴露出来,药物的释放速度及释放量会大幅提高<sup>[4]</sup>。本研究中,以3种常用的中药材浙贝母、天麻和红景天为研究对象,分别制备中药材的最细粉,探讨经过超微粉碎后,药材的粉体学性质和有效成分量的变化。

## 1 仪器与材料

浙贝母 *Fritillariae Thunbergii Bulbus*、天麻 *Gastrodiae Rhizoma* 和红景天 *Rhodiola Crenulatae Radix et Rhizoma* 的原产地分别为浙江、贵州和西藏,经解放军302医院黄正明教授鉴定所有药品均符合《中国药典》2010年版。贝母素甲(批号110750-200608)、贝母素乙(批号110879-20020)、天麻素(批号11807-200205)和红景天苷(批号110818-200103)对照品均购自中国药品生物制品检定所,质量分数均 $>95.0\%$ 。乙腈、甲醇为色谱纯,水为超纯水,其他试剂均为分析纯。

WF-40型万能粉碎机(江阴亿丰机械设备有限公司);L50-B型超细粉碎机(四川金岁方药业有限公司);AE163天平(瑞士Mettler公司);Waters高效液相色谱仪(含600泵,PDA996二极管阵列监测器,Millennium 32工作站,美国Waters公司);生物显微镜(日本Olympus公司);激光粒度分析仪(珠海欧美克仪器有限公司);Nova4200e比表面积及孔隙度分析仪(美国Quantachrome公司);S4800冷场发射扫描电子显微镜(日本Hitachi公司)。

## 2 方法与结果

### 2.1 中药材最细粉的制备

浙贝母、天麻和红景天的最细粉均由四川金岁方药业有限公司按照企业拟定的工艺规程制备。浙贝母10 kg经拣选、清洗、干燥后,转入粗粉碎间,开启粉碎机和除尘装置,将浙贝母粉碎,筛网目数为80目,反复粉碎过筛,直至无法粉碎为止,得到

浙贝母80目药粉(细粉)。取浙贝母80目细粉5 kg转入洁净区粉碎间,投入超细粉碎机,设置相关设备参数,对浙贝母进行超细粉碎,分别过150目筛(微粉I)和800目筛(微粉II),收集药粉,过800目筛者定义为金岁方<sup>®</sup>浙贝母最细粉。天麻和红景天最细粉的制备基本同浙贝母最细粉的制备。

### 2.2 中药材粉体的显微鉴别和形貌结构观察

取浙贝母、天麻和红景天细粉、微粉I和微粉II适量,采用直接观察法比较粉末的状态、色泽和触感,用水合氯醛透化,置显微镜下观察并拍摄照片(图1)。分别取中药粉体适量,铺于扫描电子显微镜样品台上,喷金镀膜后置于载物容器内,在加速电压15 kV,放射电流85.0 mA的条件下观察不同粒径粉体的结构及表面形态,结果见图2。3种中药材经过不同程度的粉碎后,细粉中能观察到团块状物,呈现有植物的组织结构,而微粉中药材的特征显微结构不明显,没有完整的植物组织结构和完整的细胞形态,只能观察到细胞碎片。

### 2.3 中药粉体的粒径测定

所有粉体均采用欧美克激光粒度分析仪测定粒径及其分布。分别取中药粉体适量,以蒸馏水为分散剂(2 mL),超声分散10 s,用激光粒度分析仪测定粒径分布、 $D_{10}$ (粒径小于它的颗粒占颗粒总数的10%)、 $D_{50}$ (中位径,粒径大于它和小于它的颗粒各占50%)、 $D_{90}$ (粒径小于它的颗粒占颗粒总数的90%)等相关参数。其中红景天细粉、微粉I和微粉II的粒径分布见图3,3种中药材粉体的粒度参数见表1。

### 2.4 中药粉体的比表面积、堆密度和休止角测定

分别取浙贝母、天麻和红景天细粉、微粉I和微粉II适量,于 $80\ ^\circ\text{C}$ 流通氮气内干燥至恒定质量,置入比表面积及孔隙度测定仪中,利用BET法测定微粉的比表面积。堆密度( $\rho_b$ )是粉体质量( $W$ )除以该粉体所占容器的体积( $V_b$ )求得的密度。称取5 g粉体,置于10 mL量筒中,从距离桌面2 cm处下落,振动3次,测定其 $V_b$ 。取中药粉体适量,使其通过玻璃漏斗自由落在平面上,直到堆成最大直径的圆锥体为止,测量圆锥体直径( $d$ )和高度( $h$ ),由方程 $\text{tg}\theta=2h/d$ 计算休止角( $\theta$ )。测定结果见表1。可见,随着粉体粒径的降低,粉体的比表面积增大,堆密度减小,休止角变大。

### 2.5 中药粉体吸湿性的测定

将底部盛有NaCl过饱和溶液的玻璃干燥器放

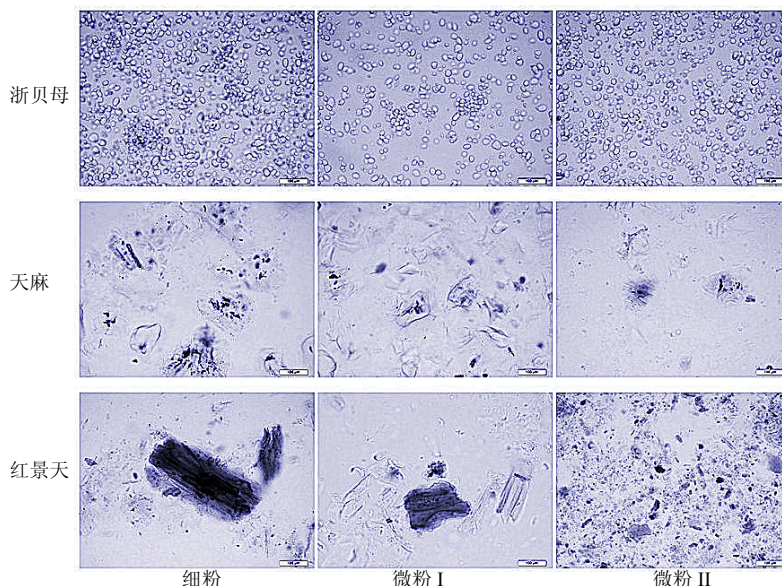


图 1 不同粒径的浙贝母、天麻和红景天粉体的显微鉴别照片

Fig. 1 Microscopic photo of FTB, GR, and RCRR in different partical diameters

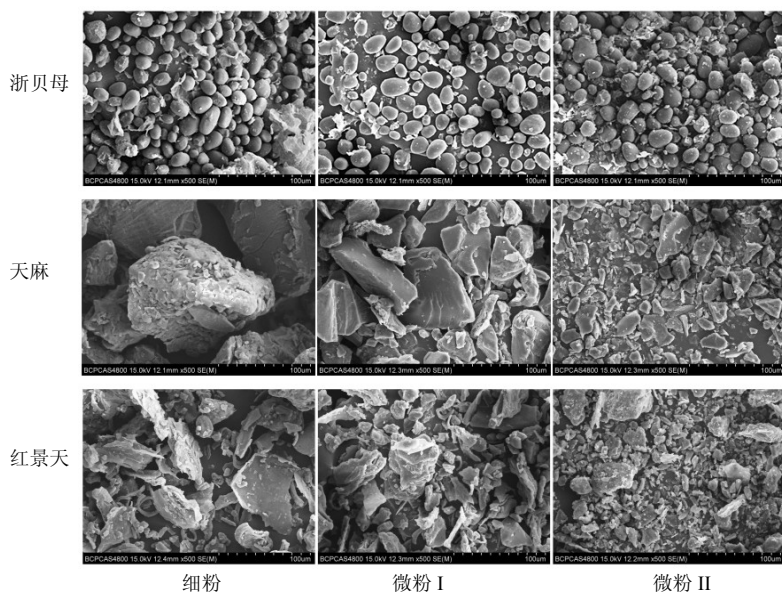


图 2 不同粒径的浙贝母、天麻和红景天粉体的扫描电镜照片

Fig. 2 SEM of FTB, GR, and RCRR in different partical diameters

入恒温培养箱中，25 ℃恒温 24 h，此时干燥器内相对湿度 75%。在已恒定质量的扁称量瓶底部分别放入厚约 3 mm 已干燥恒定质量的不同粒径的浙贝母、天麻和红景天粉体，准确称定质量后置于放有 NaCl 过饱和溶液的干燥器中（将称量瓶盖敞开），于恒温培养箱中 25 ℃保存，定时称定质量，直至吸湿平衡为止，计算吸湿率。

吸湿率 = (吸湿后质量 - 吸湿前质量) / 吸湿前质量

由表 2 可知，3 种中药粉体的吸湿性由强到弱

依次为微粉 II > 微粉 I > 细粉，表明随着粉碎程度的加大，粉体粒度的减小，平衡吸湿量有所增加。

吸湿-时间曲线的的数据按照方程  $\omega = at^2 + bt + c$  进行方程拟合，对时间进行一阶求导得到吸湿速度方程  $V = 2at + b$ ，式中  $\omega$  为吸湿量， $t$  为时间， $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别为常数<sup>[5]</sup>。对浙贝母、天麻和红景天细粉、微粉 I 和微粉 II 的吸湿数据进行回归分析。由表 3 可知，3 种中药微粉的吸湿初始速度均比细粉大，吸湿初始速度随粉体粒度的减小而增大，吸湿速度随

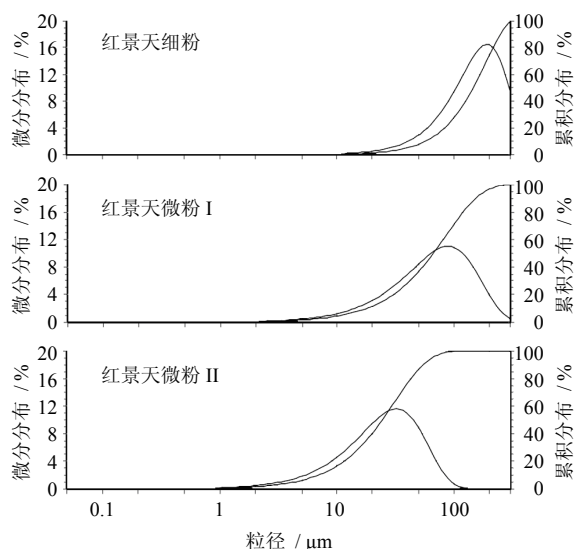


图3 红景天细粉、微粉 I 和微粉 II 的粒径分布图  
Fig. 3 Particle diameter distribution of fine powder, ultrafine powder I, and ultrafine powder II of RCRR

吸湿时间的增加而减小。

### 2.6 中药粉体的浸出物测定

依据《中国药典》2010 年版附录 X A 热浸法进行醇溶性浸出物的测定。分别取浙贝母、天麻和红景天细粉、微粉 I 和微粉 II 约 3 g, 置于 250 mL 锥形瓶中, 加乙醇 100 mL, 称定质量, 静置 1 h 后, 连接回流冷凝管, 加热至沸腾, 并保持微沸 1 h, 取下, 放冷, 再称定质量, 用乙醇补足减失的质量, 摇匀, 滤过, 精密吸取滤液 25 mL, 置已干燥恒定质量的蒸发皿中, 水浴上蒸发至干, 于 105 °C 烘箱中干燥 3 h, 移置干燥器中, 冷却 30 min, 精密称定质量, 以干燥品计算测试品中醇浸出物的质量分数。其中浙贝母、天麻、红景天分别以稀乙醇、乙醇、70%乙醇作为溶剂。由表 4 可知, 随着粉碎程度的加大, 粉体粒度的减小, 浙贝母、天麻和红景天醇溶性浸出物的量分别由细粉时的(8.56±0.23)%、(10.83±0.67)%和(23.44±1.78)%提高到微粉 II

表 1 3 种中药粉体的粒径及粉体学性质比较

Table 1 Comparison on particle diameters and powder characteristics of three kinds of CMM powder

样品	$D_{10} / \mu\text{m}$	$D_{50} / \mu\text{m}$	$D_{90} / \mu\text{m}$	比表面积 / ( $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )	堆密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	休止角 / ( $^\circ$ )	
浙贝母	细粉	10.01	54.87	158.65	$0.388 \pm 0.012$	$0.762 \pm 0.027$	$43.83 \pm 0.98$
	微粉 I	7.94	36.46	96.29	$0.512 \pm 0.021$	$0.753 \pm 0.035$	$45.40 \pm 0.87$
	微粉 II	5.45	27.83	49.71	$0.596 \pm 0.017$	$0.641 \pm 0.023$	$45.21 \pm 1.11$
天麻	细粉	84.91	157.10	231.38	$0.403 \pm 0.015$	$1.035 \pm 0.044$	$28.49 \pm 0.67$
	微粉 I	40.80	117.76	223.46	$0.557 \pm 0.024$	$0.825 \pm 0.038$	$36.65 \pm 0.59$
	微粉 II	14.78	57.63	136.93	$0.626 \pm 0.033$	$0.791 \pm 0.041$	$37.29 \pm 0.93$
红景天	细粉	56.67	144.84	247.75	$0.392 \pm 0.008$	$0.547 \pm 0.033$	$41.39 \pm 1.24$
	微粉 I	17.65	65.93	152.11	$0.576 \pm 0.022$	$0.427 \pm 0.019$	$44.97 \pm 1.08$
	微粉 II	6.86	24.19	54.03	$0.674 \pm 0.028$	$0.387 \pm 0.012$	$46.30 \pm 1.32$

表 2 不同粒径的浙贝母、天麻和红景天粉体的吸湿率测定 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Table 2 Determination of hygroscopicity rate of FTB, GR, and RCRR in different particle diameters ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

样品	吸湿率 / %										
	0 h	1 h	4 h	8 h	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h	144 h	
浙贝母	细粉	$1.53 \pm 0.07$	$2.11 \pm 0.14$	$2.56 \pm 0.22$	$4.52 \pm 0.14$	$7.77 \pm 0.21$	$9.50 \pm 0.27$	$10.56 \pm 0.14$	$11.04 \pm 0.37$	$11.72 \pm 0.12$	$11.92 \pm 0.19$
	微粉 I	$1.75 \pm 0.10$	$2.23 \pm 0.08$	$2.67 \pm 0.18$	$4.61 \pm 0.22$	$8.22 \pm 0.13$	$9.92 \pm 0.32$	$11.33 \pm 0.28$	$11.82 \pm 0.27$	$12.38 \pm 0.25$	$12.70 \pm 0.28$
	微粉 II	$1.87 \pm 0.06$	$2.28 \pm 0.12$	$2.84 \pm 0.25$	$4.89 \pm 0.17$	$8.56 \pm 0.24$	$10.44 \pm 0.27$	$11.69 \pm 0.26$	$12.54 \pm 0.31$	$13.12 \pm 0.27$	$13.88 \pm 0.23$
天麻	细粉	$1.78 \pm 0.05$	$1.89 \pm 0.08$	$2.33 \pm 0.16$	$5.12 \pm 0.23$	$8.31 \pm 0.18$	$9.90 \pm 0.14$	$11.56 \pm 0.29$	$12.33 \pm 0.26$	$12.71 \pm 0.24$	$12.92 \pm 0.18$
	微粉 I	$1.85 \pm 0.08$	$1.96 \pm 0.10$	$2.47 \pm 0.18$	$5.60 \pm 0.19$	$8.94 \pm 0.22$	$10.66 \pm 0.27$	$12.28 \pm 0.22$	$12.81 \pm 0.20$	$13.25 \pm 0.28$	$13.66 \pm 0.34$
	微粉 II	$1.96 \pm 0.11$	$2.08 \pm 0.11$	$2.61 \pm 0.24$	$5.88 \pm 0.28$	$9.45 \pm 0.31$	$11.78 \pm 0.31$	$12.98 \pm 0.30$	$13.11 \pm 0.29$	$13.87 \pm 0.27$	$14.48 \pm 0.29$
红景天	细粉	$2.01 \pm 0.13$	$2.24 \pm 0.13$	$2.73 \pm 0.32$	$4.44 \pm 0.17$	$5.78 \pm 0.24$	$6.24 \pm 0.22$	$6.96 \pm 0.37$	$8.09 \pm 0.27$	$9.36 \pm 0.27$	$10.45 \pm 0.25$
	微粉 I	$2.11 \pm 0.09$	$2.30 \pm 0.14$	$2.82 \pm 0.22$	$5.17 \pm 0.22$	$6.54 \pm 0.27$	$7.14 \pm 0.26$	$7.87 \pm 0.28$	$9.11 \pm 0.18$	$10.23 \pm 0.33$	$11.21 \pm 0.28$
	微粉 II	$2.37 \pm 0.07$	$2.54 \pm 0.21$	$2.90 \pm 0.18$	$5.81 \pm 0.18$	$6.98 \pm 0.32$	$8.09 \pm 0.25$	$9.17 \pm 0.32$	$9.90 \pm 0.23$	$11.05 \pm 0.26$	$12.27 \pm 0.27$

表3 3种中药粉体的吸湿数据回归分析

Table 3 Regression analysis of hygroscopicity data of three kinds of CMM powder

样品	吸湿方程	吸湿速率方程	初始速率 / (g·h <sup>-1</sup> )
浙贝母	细粉 $\omega = -0.0007t^2 + 0.2011t + 1.5304, r = 0.9879$	$V = -0.0014t + 0.2011$	1.5304
	微粉 I $\omega = -0.0008t^2 + 0.2176t + 1.7533, r = 0.9912$	$V = -0.0016t + 0.2176$	1.7533
	微粉 II $\omega = -0.0010t^2 + 0.2543t + 1.8762, r = 0.9886$	$V = -0.0020t + 0.2543$	1.8762
天麻	细粉 $\omega = -0.0011t^2 + 0.1783t + 1.7811, r = 0.9792$	$V = -0.0022t + 0.1783$	1.7811
	微粉 I $\omega = -0.0011t^2 + 0.2012t + 1.8532, r = 0.9744$	$V = -0.0022t + 0.2012$	1.8532
	微粉 II $\omega = -0.0010t^2 + 0.2117t + 1.9864, r = 0.9629$	$V = -0.0020t + 0.2117$	1.9864
红景天	细粉 $\omega = -0.0012t^2 + 0.1944t + 2.0149, r = 0.9911$	$V = -0.0024t + 0.1944$	2.0149
	微粉 I $\omega = -0.0012t^2 + 0.2217t + 2.1148, r = 0.9846$	$V = -0.0024t + 0.2217$	2.1148
	微粉 II $\omega = -0.0013t^2 + 0.2335t + 2.3887, r = 0.9852$	$V = -0.0026t + 0.2335$	2.3887

表4 不同粒径的浙贝母、天麻和红景天微粉的醇溶性浸出物比较 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Table 4 Content of alcohol soluble extract of FTB, GR, and RCRR in different particle diameters ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

样品	醇溶性浸出物 / %
浙贝母	细粉 8.56±0.23
	微粉 I 9.17±0.37
	微粉 II 10.07±0.33*
天麻	细粉 10.83±0.67
	微粉 I 11.65±0.78
	微粉 II 12.23±0.59*
红景天	细粉 23.44±1.78
	微粉 I 25.32±2.27
	微粉 II 27.36±2.54*

与同品种细粉比较: \*P<0.05

\*P<0.05 vs common powder

时的 (10.07±0.33)%、(12.23±0.59)%和 (27.36±2.54)%，均提高了10%以上。

### 2.7 中药粉体中有效成分的测定

#### 2.7.1 浙贝母粉体中贝母素甲和贝母素乙的测定<sup>[6]</sup>

(1) 色谱条件: 色谱柱为 Alltima<sup>TM</sup> C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以乙腈-水-二乙胺 (70:30:0.03) 为流动相; 蒸发光散射检测器检测; 体积流量为 1.0 mL/min, 柱温 25 °C, 进样量 10 μL。

(2) 对照品溶液的制备: 取贝母素甲和贝母素乙对照品适量, 精密称定, 加甲醇制成含贝母素甲 0.2 mg/mL、贝母素乙 0.15 mg/mL 混合溶液, 即得。

(3) 供试品溶液的制备: 分别取浙贝母细粉、微粉 I 和微粉 II 约 2 g, 精密称定, 置烧瓶中, 加浓

氨试液 4 mL 浸润 1 h, 精密加入三氯甲烷-甲醇 (4:1) 的混合溶液 40 mL, 称定质量, 混匀, 置 80 °C 水浴中加热回流 2 h, 放冷, 再称定质量, 加上述混合溶液补足减失的质量, 滤过。精密量取续滤液 10 mL, 置蒸发皿中蒸干, 残渣加甲醇使溶解并转移至 2 mL 量瓶中, 加甲醇至刻度, 摇匀, 即得。

(4) 测定法: 分别精密吸取对照品和供试品溶液 10 μL, 注入液相色谱仪, 测定, 用外标两点法对数方程分别计算贝母素甲、贝母素乙的量, 计算贝母素甲和贝母素乙的总量。

#### 2.7.2 天麻粉体中天麻素的测定<sup>[7]</sup>

(1) 色谱条件: 色谱柱为 Alltima<sup>TM</sup> C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 以乙腈-0.05%磷酸水溶液 (3:97) 为流动相; 检测波长为 220 nm; 体积流量为 0.6 mL/min, 柱温 25 °C, 进样量 10 μL。

(2) 对照品溶液的制备: 取天麻素对照品适量, 精密称定, 加流动相制成含 50 μg/mL 的溶液, 即得。

(3) 供试品溶液的制备: 分别取天麻细粉、微粉 I 和微粉 II 约 2 g, 精密称定, 置具塞锥形瓶中, 精密加入稀乙醇 50 mL, 称定质量, 加热回流 3 h, 放冷, 再称定质量, 用稀乙醇补足减失的质量, 摇匀, 滤过, 精密量取续滤液 10 mL, 浓缩至近干, 残渣加乙腈-水 (3:97) 混合溶液溶解, 转移至 25 mL 量瓶中, 用乙腈-水 (3:97) 混合溶液稀释至刻度, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

(4) 测定法: 分别精密吸取对照品和供试品溶液 10 μL, 注入液相色谱仪, 测定, 即得。

#### 2.7.3 红景天粉体中红景天苷的测定<sup>[8]</sup>

(1) 色谱条件: 色谱柱为 Alltima<sup>TM</sup> C<sub>18</sub> 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 以甲醇-水 (15:85) 为流

动相;检测波长为 275 nm;体积流量为 1.0 mL/min,柱温 25 °C,进样量 10 μL。

(2) 对照品溶液的制备:取红景天苷对照品适量,精密称定,加甲醇制成含 0.5 mg/mL 的溶液,即得。

(3) 供试品溶液的制备:分别取红景天细粉、微粉 I 和微粉 II 约 0.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇 10 mL,密塞,称定质量,超声处理 30 min,放冷,再称定质量,用甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得。

(4) 测定法:分别精密吸取对照品和供试品溶液各 10 μL,注入液相色谱仪,测定,即得。

由表 5 可以看到随着超微粉碎程度的加大,粉体粒度的减小,浙贝母中的有效成分贝母素甲、贝母素乙,天麻中的有效成分天麻素,红景天中的有效成分红景天苷的提取率均有提高,有效成分的量分别由细粉时的 (0.098±0.009)%、(0.31±0.07)%、(0.55±0.04)% 增加为微粉 II 时的 (0.127±0.007)%、(0.43±0.05)%、(0.72±0.07)%,均提高了 20% 以上。

表 5 不同粒径的浙贝母、天麻和红景天粉体的有效成分的量比较 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Table 5 Effective ingredient content in FTB, GR, and RCRR in different particle diameters ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

样品	有效成分 / %	
浙贝母 <sup>a</sup>	细粉	0.098±0.009
	微粉 I	0.113±0.004
	微粉 II	0.127±0.007*
天麻 <sup>b</sup>	细粉	0.31±0.07
	微粉 I	0.38±0.08
	微粉 II	0.43±0.05*
红景天 <sup>c</sup>	细粉	0.55±0.04
	微粉 I	0.66±0.08
	微粉 II	0.72±0.07*

<sup>a</sup> 贝母素甲和贝母素乙总量, <sup>b</sup> 天麻素的量, <sup>c</sup> 红景天苷的量与同品种细粉比较: \* $P<0.05$

<sup>a</sup> content of peimine and peiminine, <sup>b</sup> content of gastrodin,

<sup>c</sup> content of salidroside

\* $P<0.05$  vs same kind of powder

### 3 讨论

$\theta$  是评价粉体流动性的一个重要参数,一般认为  $\theta<30^\circ$  时流动性很好,  $\theta>45^\circ$  时流动性差,但

实际生产中  $\theta<40^\circ$  即可满足生产过程中流动性的需求。粉体的黏着力和流动性与其  $\rho_b$  有一定的关系,随着粉体堆密度的增大,其黏着力随之减小,而粉体的流动性随之变好<sup>[5]</sup>。3 种中药粉体流动性随着粒度的减小均有所变弱,表明微粉化对中药粉体的流动性存在不利影响,与先前的有关研究结果一致<sup>[9-10]</sup>。

3 种中药材粉体吸湿速度和平衡吸湿量随着粒径的减小而加大,符合一般的吸湿规律,可能是因为粒度更小的粉体能够提供更大的吸附表面和更大的水分扩散孔隙<sup>[11]</sup>。

由醇溶性浸出物的量和有效成分的量测定结果来看,浙贝母、天麻和红景天 3 种中药材的最细粉,醇溶性浸出物的量和有效成分的量均较普通细粉显著提高,同已有的研究结论一致<sup>[12-13]</sup>。药材中有效成分的量是固定的,不会因为粒径不同而改变,但是,粉体粒径的不同会影响有效成分的提取效率和溶出度<sup>[14]</sup>。原药材提取率的高低在一定程度上反映着中药制药的水平,同时也严重影响着中药疗效的发挥。中药材制备成最细粉后,原药材的提取率明显提高,可减少中药资源的浪费<sup>[15]</sup>。

本研究表明,浙贝母、天麻和红景天 3 种中药材经过适当的超微粉碎后,微粉的粉体学性质有所改变,粉末颗粒大小分布较均匀,植物细胞破壁率高,比表面积显著提高,能够促进药材中有效成分的溶出,为 3 种中药材最细粉的入药提供了实验依据。

### 参考文献

- [1] 王广基, 邹珊刚, 陈传宏. 中国医药科学技术战略与政策研究 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2002.
- [2] 孙文格. 中医药应用超微粉碎技术的研究进展 [J]. 中国药业, 2009, 18(20): 80-82.
- [3] 蔡光先. 超微中药的研究与应用及前景展望 [J]. 世界中医药, 2011, 6(1): 78-81.
- [4] 王宏洁, 司南, 边宝林. 饮片超微粉碎前后主要有效成分溶出量的对比研究 [J]. 中国中药杂志, 2004, 29(11): 1111-1112.
- [5] 杜若飞, 冯怡, 刘怡, 等. 中药提取物吸湿特性的数据分析与表征 [J]. 中成药, 2008, 30(12): 1767-1771.
- [6] 姜艳, 李萍. HPLC-ELSD 测定浙贝母中贝母素甲、贝母素乙的含量 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(16): 1257-1259.
- [7] 李西林, 米健芳, 马晓悦, 等. HPLC 法对不同产地天麻药材的质量分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(8): 96-97.

- [8] 易智彪, 赖小平, 许冬瑾. HPLC 法同时测定红景天中红景天苷和酪醇 [J]. 中草药, 2009, 40(11): 1827-1829.
- [9] 陈绪龙, 赵国巍, 廖正根, 等. 当归超微粉体和普通粉体的粉体学性质比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(18): 1-5.
- [10] 廖正根, 陈绪龙, 赵国巍, 等. 超微粉碎对骨碎补理化性质的影响 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 461-465.
- [11] 蒋且英, 廖正根, 赵国巍, 等. 吸湿原理及中药制剂防潮方法研究概况 [J]. 中国药房, 2007, 18(33): 2626-2628.
- [12] 金贞姬, 李 兰, 刘 李. 不同粒径高山红景天超微粉在大鼠体内的吸收 [J]. 中国医院药学杂志, 2013, 33(4): 296-299.
- [13] 陈长洲, 孙冬梅, 张孝娟. 天麻超细粉体的显微和溶出特征 [J]. 中药新药与临床药理, 2002, 13(4): 251-252.
- [14] 张陆军, 王 伟, 邢东明, 等. 知母微粉的溶出及活性研究 [J]. 中草药, 2005, 36(5): 676-679.
- [15] 李德成, 刘庆燕. 超微粉碎技术在中药制剂中广泛应用的优越性 [J]. 世界中医药, 2011, 6(5): 454-455.