

## 基于化学组分特征评价不同干燥方法对麦冬品质的影响

吴发明<sup>1,2</sup>, 殷莉丽<sup>1</sup>, 蔡晓洋<sup>1</sup>, 王盼<sup>1</sup>, 包小红<sup>3</sup>, 周娟<sup>3</sup>, 李敏<sup>1\*</sup>

1. 成都中医药大学 中药材标准化教育部重点实验室, 中药资源系统研究与开发利用国家重点实验室, 四川 成都 611137

2. 遵义医学院, 贵州 遵义 563003

3. 四川省食品药品检验检测院, 四川 成都 611000

**摘要:** 目的 通过化学组分测定和特征图谱分析, 评价不同干燥方式对麦冬品质的影响。方法 总皂苷、总黄酮和总多糖量采用紫外分光光度法进行测定, 麦冬皂苷 D 和麦冬甲基黄烷酮 A 的量采用 HPLC 法进行测定; 特征图谱采用 HPLC 法建立。结果 不同干燥方法对麦冬化学组分的含量影响差异显著, 变异系数在 6.9%~20.8%, 其中, 阴干、晒干、冷藏干燥和晒半干后烘干对麦冬化学组分破坏程度均较小, 远红外干燥和微波干燥对麦冬化学组分破坏最大; 麦冬样品有 18 个 HPLC 特征峰, 聚类分析可将 14 种干燥方法分为 3 类, 聚为一类的干燥方法干燥条件相近。结论 通过化学组分变化和 HPLC 图谱特征能够有效地反映干燥方法的差异, 可作为麦冬产地干燥方法筛选的技术指标, 在麦冬产地加工过程中建议晒干和空气源热泵烘干机烘干相结合应用。

**关键词:** 麦冬; 干燥; 麦冬皂苷 D; 麦冬甲基黄烷酮 A; 黄酮; HPLC

中图分类号: R286.6 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2016)20-3702-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.20.024

## Effect of different drying methods on *Ophiopogon Radix* quality based on chemical composition characteristics

WU Fa-ming<sup>1,2</sup>, YIN Li-li<sup>1</sup>, CAI Xiao-yang<sup>1</sup>, WANG Pan<sup>1</sup>, BAO Xiao-hong<sup>2</sup>, ZHOU Juan<sup>3</sup>, LI Min<sup>1</sup>

1. The Ministry of Education Key Laboratory of Standardization of Chinese crude drug, State Key Laboratory Breeding Base of Systematic Research Development and Utilization of Chinese Medicines Resources Co-founded by Sichuan Province and MOST, Chengdu University of TCM Chengdu 611137, China

2. Zunyi Medical University, Zunyi 563003, China

3. Sichuan Institute for Food and Drug Control, Sichuan Chengdu 611000, China

**Abstract: Objective** Using chemical component content determination and fingerprint analysis to evaluate the effects of different drying methods on quality of *Ophiopogon Radix*. **Methods** The contents of total saponin, total flavonoids, and total polysaccharide were determined by ultraviolet spectrophotometry, and ophiopogonin D and methylophiopogonanone A were determined using HPLC; the chromatograms fingerprint was established by HPLC. **Results** The influence of different drying methods on the chemical components in *Ophiopogon Radix* was significantly different, and the coefficient of variation fell in the range of 6.9%—20.8%. Among them, the damage degree of dried in the shade, dried in the sun, freeze drying and dried after semi-dried in the sun is small on chemical component of *Ophiopogon japonicus*. However, the far infrared drying and microwave drying have the most serious effect; *Ophiopogon Radix* samples have 18 characteristic peaks through HPLC. The 14 kinds of drying methods were divided into three types by cluster analysis, and a class of drying methods has similar drying conditions. **Conclusion** The difference of drying method can be effectively reflected by the change of the content of chemical compositions and the feature of HPLC spectrum, which can be used as indicators of *O. japonicus* origin screening method. In the producing area, it is best to combine drying in the sun with in air source heat pump dryer in processing of *Ophiopogon Radix*.

**Key words:** *Ophiopogon Radix*; dry; ophiopogonin D; methylophiopogonanone A; flavone; HPLC

麦冬来源百合科沿阶草属植物麦冬 *Ophiopogon japonicus* (L. f) Ker-Gawl. 的干燥块根, 是常用中药材之一, 主要用于治疗肺燥干咳、阴虚癆嗽、喉痹咽痛、津伤口渴、内热消渴等疾病<sup>[1]</sup>。主产四川、

收稿日期: 2016-03-19

基金项目: 川产道地药材麦冬、半夏的品种和质量评价研究 (2014F038); 四川三台县涪城麦冬集成技术推广与应用科技惠民项目 (2013GS510102); 中药质量安全检验检测和风险控制技术平台 (2014ZX09304307-002); 麦冬整合式产业链综合开发研究

作者简介: 吴发明, 男, 博士, 讲师, 研究方为中药品种、质量及资源研究。Tel: 18215697609 E-mail: 283131241@qq.com

\*通信作者 李敏, 教授, 博士生导师, 研究方向为中药品种、质量及资源研究。Tel: 13980038316 E-mail: 028limin@163.com

浙江、湖北、山东、安徽等地,形成了川麦冬、杭麦冬、湖北麦冬、山东麦冬<sup>[2-4]</sup>等几个具有明显地域特色的品种。干燥是中药材产地加工的最重要环节,随着麦冬药材用量的不断增大,产地加工所带来的问题逐渐被人们重视起来<sup>[5]</sup>。中药材干燥方法的选择需要根据药材的特性来确定,不同中药品种,特别是针对入药部位不同的中药材,在干燥方法的选择上更需注意<sup>[6]</sup>。在产地生产过程中对干燥方法的筛选主要以经济、方便为目的,针对中药材质量主要以性状质量作为评价指标<sup>[7]</sup>,而忽略了内在化学组分的变化。本研究旨在通过麦冬内在化学组分的变化特征探讨评价产地加工方法的优劣,为麦冬产地加工方法的筛选和麦冬质量评价提供理论依据。

## 1 材料与试剂

### 1.1 麦冬样品

新鲜麦冬样品由四川代代为本农业科技有限公司提供,经成都中医药大学李敏教授鉴定均为百合科沿阶草属植物麦冬 *Ophiopogon japonicus* (L. f.) Ker-Gawl. 的块根。

### 1.2 试剂及仪器

Agilent1200 高效液相色谱仪, Alltech ELSD-2000 蒸发光散射检测器, A580 型双光束紫外可见分光光度计; 对照品麦冬皂苷 D (批号 MUST-14052901)、麦冬甲基黄烷酮 A (批号 MUST-1406018)、麦冬皂苷 D' (批号 MUST-14052901)、甲基麦冬高黄酮 A (批号 MUST-14080709)、ophiopoaponin C (批号 MUST-MUST-14070210)、3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -葡萄糖麦冬昔元 (批号 MUST-14070210)、去乙酰基 ophiopoaponin A (批号 MUST-14072002) 均购自成都曼斯特公司,各对照品质量分数均 $\geq$ 98%; 乙腈为色谱纯,水为超纯水,其他均为分析纯。

## 2 方法

### 2.1 麦冬的加工

麦冬加工共设置 14 种加工干燥方法,包括晒干 (S1)、阴干 (S2)、晒半干后烘干 (S3)、低温减压干燥 (S4)、电烘箱烘干 (S5)、煤炭火烘干 (S6)、空气源热泵烘干机烘干 (S7)、蒸后晒干 (S8)、蒸后烘干 (S9)、煮后晒干 (S10)、煮后烘干 (S11)、远红外干燥 (S12)、微波干燥 (S13) 和杀酶后烘干 (S14),各种干燥方法干燥条件见表 1。

表 1 不同干燥方法干燥条件

Table 1 Conditions of different drying methods

干燥方法	干燥条件
S1	阳光充足条件下,全光照摊晒 3~5 d
S2	装入网兜,悬挂于阴凉、干燥、通风处 24 d
S3	摊晒 2 d 后电烘箱 60 °C 烘 13 h
S4	45 °C 条件下干燥 48 h
S5	60 °C 烘 38 h
S6	煤炭火 55~65 °C 烘烤 32 h
S7	空气源热泵烘干机 60 °C 烘烤 36 h
S8	沸水蒸 10 min 后,全光照摊晒 2 d
S9	沸水蒸 10 min 后,晾干表面水分后电烘箱 60 °C 烘烤 16 h
S10	沸水煮 10 min 后,全光照摊晒 2 d
S11	沸水煮 10 min 后,晾干表面水分后电烘箱 60 °C 烘烤 16 h
S12	60 °C 条件下干燥 28 h
S13	微波炉低温条件下干燥
S14	105 °C 高温杀酶后,电烘箱 60 °C 烘烤 24 h

### 2.2 测定方法

**2.2.1 总皂苷、总黄酮和总多糖的测定** 总皂苷按照《中国药典》2015 年版麦冬项下测定方法进行测定;总黄酮和总多糖按照文献方法<sup>[8]</sup>进行测定。

#### 2.2.2 麦冬皂苷 D 量的测定<sup>[9]</sup>

(1) 对照品溶液的制备:取麦冬皂苷 D 对照品 2 mg,精密称定,加甲醇溶解并定容至 5 mL,得对照品溶液。

(2) 供试品溶液的制备:分别取麦冬样品粉末(过 4 号筛) 3 g,精密称定,加甲醇 50 mL,回流提取 1.5 h,滤过,滤液水浴蒸干,残渣用甲醇溶解并定容至 2 mL,0.45  $\mu$ m 滤膜过滤得麦冬药材供试品溶液。

(3) 色谱条件:ELSD 检测器,色谱柱 Kromasil 100-5C<sub>18</sub> (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m),柱温 30 °C,漂移管温度 100 °C,气体体积流量 3 L/min,进样量 15  $\mu$ L,流动相为乙腈-水(48:52),体积流量 1.0 mL/min。

#### 2.2.3 麦冬甲基黄烷酮 A 的测定<sup>[9]</sup>

(1) 溶液制备:按照“2.2.2”项方法制备供试品和对照品溶液。

(2) 色谱条件:UV 检测器,色谱柱 Kromasil 100-5C<sub>18</sub> (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m),柱温 30 °C,检测波长 278 nm,进样量 15  $\mu$ L,流动相为乙腈-0.1% 磷酸水 (58:42),体积流量 1.0 mL/min。

### 2.3 特征图谱建立

**2.3.1 供试品溶液的制备** 分别取麦冬样品粉末

(过 4 号筛) 3 g, 精密称定, 加甲醇 30 mL, 静置 24 h 后超声提取 30 min, 滤过, 滤液水浴蒸干, 残渣用甲醇溶解并定容至 2 mL, 滤膜滤过得麦冬药材供试品溶液。

**2.3.2 混合对照品溶液的制备** 分别取麦冬皂苷 D、麦冬甲基黄烷酮 A、麦冬皂苷 D'、甲基麦冬高黄酮 A、ophiopogaponin C、3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -葡萄糖麦冬苷元、去乙酰基 ophiopogaponin A 各 2 mg, 精密称定, 加甲醇溶解并定容至 5 mL, 得混合对照品溶液。

**2.3.3 色谱条件** DAD 检测器, 色谱柱 Kromasil 100-5C<sub>18</sub> (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5  $\mu$ m), 柱温 30  $^{\circ}$ C, 检

测波长 203 nm, 进样量 15  $\mu$ L, 流动相为乙腈 (A) 与 0.1% 磷酸水 (B), 梯度洗脱, 洗脱程序为 0~20 min, 25%~40% A; 20~50 min, 40%~50% A; 50~60 min, 50%~70% A; 60~70 min, 70% A; 70~80 min, 70%~100% A; 80~90 min, 100% A; 体积流量 1.0 mL/min。

### 3 结果与分析

#### 3.1 测定结果

采用 SPSS 统计软件对不同方法干燥的麦冬样品各化学成分测定结果进行方差分析, 结果见表 2, 结果显示不同干燥方法对麦冬化学组分量有显著影响 ( $P < 0.05$ )。

表 2 不同加工方法麦冬化学组分的测定结果

Table 2 Content determination of chemical composition in *Ophiopogonis Radix* by different drying methods

干燥方法	质量分数/%				
	总皂苷	总黄酮	总多糖	麦冬皂苷 D	麦冬甲基黄烷酮 A
S1	0.222 a	0.458 a	30.30 a	0.018 2 a	0.009 3 a
S2	0.218 a	0.444 a	30.55 a	0.017 9 a	0.009 7 a
S3	0.226 a	0.439 ab	26.35 bc	0.018 1 a	0.005 6 c
S4	0.215 a	0.452 a	27.65 b	0.017 9 a	0.007 6 b
S5	0.205 ab	0.455 a	29.73 a	0.016 5 b	0.008 3 ab
S6	0.207 ab	0.344 c	28.43 ab	0.016 5 b	0.007 4 b
S7	0.201 b	0.312 cd	27.55 b	0.017 7 a	0.008 8 a
S8	0.173 c	0.441 a	27.34 b	0.012 3 d	0.008 4 ab
S9	0.175 c	0.435 b	27.47 b	0.012 2 d	0.007 1 b
S10	0.178 c	0.403 b	27.80 b	0.014 1 c	0.007 8 b
S11	0.164 d	0.397 b	27.33 b	0.013 4 c	0.007 1 b
S12	0.129 e	0.312 cd	23.97 c	0.010 6 f	0.007 6 b
S13	0.128 e	0.283 d	24.54 c	0.010 2 f	0.004 6 d
S14	0.124 e	0.292 d	28.96 ab	0.011 2 e	0.008 3 ab
CV/%	19.7	17.1	6.9	20.8	17.6

同列不同字母表示处理间差异显著 ( $P < 0.05$ )

Values in the same column followed by different letters show significant difference at  $P < 0.05$

由表 2 可知, 晒干 (S1)、阴干 (S2)、低温减压干燥 (S4) 3 种干燥方式加工麦冬的化学组分量均较高, 干燥效果最佳; 电烘箱烘干 (S5)、空气源热泵烘干机烘干 (S7)、煤炭火烘干 (S6) 和蒸煮后干燥 (S8~S11) 麦冬化学组分相对前 3 种干燥方法整体有所降低, 但变化幅度较微波干燥 (S13) 和远红外干燥 (S12) 小; 微波干燥 (S13) 和远红外干燥 (S12) 对麦冬化学组分的破坏最大。其中总皂苷、总黄酮、麦冬皂苷 D 以晒干 (S1) 最高, 分别为 0.222%、0.458% 和 0.018 2%, 总多糖和麦冬甲基黄烷酮 A 以阴干 (S2) 最高, 分别为 30.55% 和 0.009 7%, 总多糖以远红外干燥 (S12) 最低, 为 23.97%, 总皂苷、总黄酮、麦冬皂苷 D 和麦冬甲基黄烷酮 A 均以微波干燥 (S13) 最低, 分别为 0.128%、0.283%、0.010 2%、0.004 6%。不同加工方式对 3 大类化学组分的影响从大到小依次为总皂苷量 > 总黄酮量 > 总

多糖量, 变异系数分别为 19.7%、17.1%、6.9%; 不同加工方式对 2 种单一化学成分影响表现为麦冬皂苷 D > 麦冬甲基黄烷酮 A, 变异系数分别为 20.8%、17.6%。此外, 干燥方法相近的麦冬样品其化学组分量相近, 而干燥方法对麦冬化学组分的影响和干燥温度存在一定的线性关系, 干燥温度越高对麦冬化学组分的破坏程度越大。

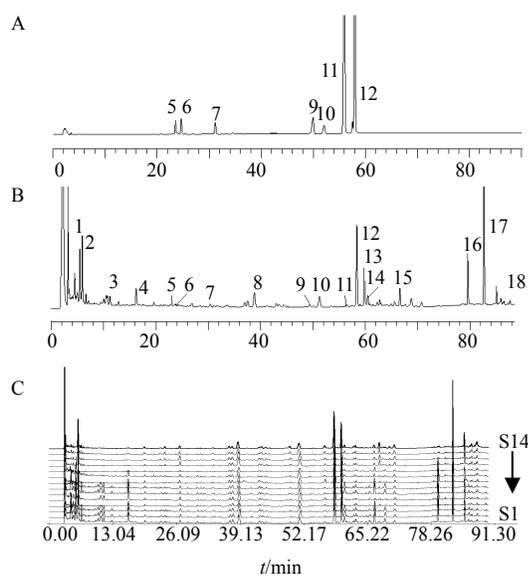
#### 3.2 麦冬 HPLC 特征图谱

对不同干燥方式加工麦冬样品的 HPLC 色谱图进行对比分析, 获得 18 个共有特征峰, 将各色谱峰的峰面积进行量化, 如表 3 所示, 得到 14 $\times$ 18 阶原始数据矩阵, 色谱图见图 1。通过 SPSS 软件作聚类分析, 采用夹角余弦测量, 每两样本间用类间平均链锁法连接, 输出聚类分析图 (图 2)。由图 2 可知, 当临界值介于 5~10 时可将干燥方法可分为 3 大类, 其中蒸、煮后干燥 (包括烘干和晒干)、煤炭火烘

表 3 不同干燥方法麦冬 HPLC 特征峰相对峰面积

Table 3 Relative peak area of HPLC characteristic peaks of *Ophiopogonis Radix* by different drying methods

峰号	相对峰面积													
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1	2.509	2.023	0.843	2.145	0.935	0.097	0.835	0.249	0.248	0.166	0.279	2.363	2.509	0.172
2	2.167	2.332	1.389	2.512	1.818	1.695	1.757	1.063	0.862	0.316	1.701	5.201	2.167	0.227
3	0.522	0.515	0.322	0.526	0.211	0.112	0.465	0.119	0.138	0.046	0.170	1.245	0.522	0.024
4	1.032	1.049	0.848	1.046	0.442	0.060	1.291	0.094	1.246	0.328	0.132	0.453	1.032	0.271
5	0.090	0.129	0.111	0.109	0.014	0.069	0.067	0.076	0.61	0.012	0.072	0.266	0.09	0.061
6	0.227	0.317	0.282	0.274	0.244	0.254	0.280	0.336	0.354	0.240	0.248	3.536	0.227	0.257
7	0.068	0.162	0.098	0.068	0.077	0.075	0.054	0.040	0.325	0.077	0.075	8.126	0.068	0.071
8 (S)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
9	0.199	0.189	0.271	0.235	0.194	0.365	0.130	0.242	0.238	0.170	0.370	0.391	0.199	0.196
10	0.841	0.777	1.067	0.835	0.965	0.798	0.912	0.829	0.942	0.962	0.805	1.566	0.841	0.954
11	0.308	0.246	0.396	0.298	0.628	0.415	0.281	0.348	0.490	0.289	0.460	2.118	0.308	0.364
12	3.342	3.028	3.301	3.288	4.141	2.775	3.125	2.342	2.364	3.642	2.791	0.141	3.342	4.096
13	1.711	1.543	1.531	1.692	1.787	1.894	1.392	1.449	1.497	1.619	1.910	0.407	1.711	1.825
14	0.651	0.563	0.317	0.638	0.197	0.358	0.131	0.247	0.267	0.149	0.373	0.054	0.651	0.344
15	1.026	0.856	0.440	1.008	0.439	0.419	0.216	0.426	0.434	0.265	0.430	0.397	1.026	0.682
16	1.666	1.404	0.989	1.708	1.245	0.274	1.287	0.297	0.324	1.301	0.263	0.211	1.666	1.408
17	5.673	4.929	2.816	5.584	2.344	0.668	3.755	0.572	0.628	5.369	0.643	0.592	5.673	6.394
18	0.650	0.476	0.798	0.623	1.171	0.885	0.835	0.667	0.549	0.510	0.868	0.750	0.650	0.303



5-ophiopogaponin C 6-乙酰基 ophiopogaponin A 7-3-O- $\alpha$ -L-鼠李糖-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -葡萄糖麦冬苷元 9-麦冬皂苷 D 10-麦冬皂苷 D'  
 11-甲基麦冬高黄酮 A 12-麦冬甲基黄酮 A  
 5-ophiopogaponin C 6-deacetyl ophiopogaponin A 7-ophiogenin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-glucoside 9-ophiopogonin D  
 10-ophiopogonin D' 11-methyl ophiopogonone A 12-methyl ophiopogonanone A

图 1 混合对照品溶液 (A)、麦冬 HPLC 特征图谱 (B) 及样品图谱 (C)

Fig. 1 Reference solution peak (A), specific HPLC of *Ophiopogonis Radix* (B), and chromatogram of sample (C)

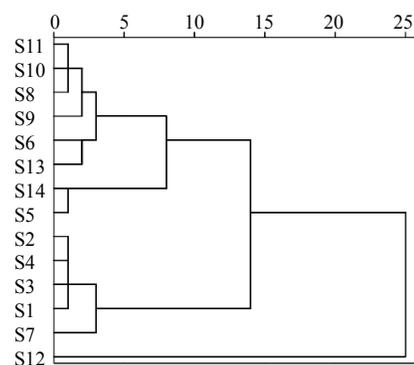


图 2 麦冬样品的系统聚类分析图

Fig. 2 Cluster analysis chart of *Ophiopogonis Radix* sample

干 (S6) 和微波干燥 (S13) 被划为第 1 类; 杀酶后烘干 (S14) 和电烘箱烘干 (S5) 被划分为第 2 大类; 阴干 (S2)、低温减压干燥 (S4)、晒半干后烘干 (S3)、晒干 (S1) 和空气源热泵烘干机烘干 (S7) 被划分为第 3 类。在这 3 类之外, 远红外干燥 (S12) 单独为 1 类, 距离最远。第 1 大类中, 蒸、煮后干燥 (S8~S11) 的 4 个麦冬样品距离最近, 峰面积总值也相近, 在第 3 大类中, 阴干 (S2)、低温减压干燥 (S4)、晒半干后烘干 (S3)、晒干 (S1) 4 个样品距离相同, 其峰面积相近且多高于其他样品, 说明这 4 种干燥方法所加工麦冬质量较优。干燥方法差异越小, 所加工麦冬样品在 HPLC 特征图

谱上的关系越近,同时干燥方法在 HPLC 特征图谱中的体现和化学组分测定结果具有一致性。

#### 4 讨论

中药材产地加工是影响中药材质量的重要环节<sup>[6-7,10]</sup>,而干燥则是此环节中的关键。不同种类的中药材对干燥条件的要求不同,传统的干燥方法主要有晒干(S1)和煤炭火(或柴火)烘干(S6)。传统的干燥方式虽在特定的历史时期发挥过十分重要的作用,但其在对药材质量、环境安全等方面存在不可避免的弊端。现代农业的发展大大推动了中药材产地加工的技术发展,种类繁多的干燥设备应用到中药材的产地加工中,针对不同类型的中药材应当选择适当的干燥方法和干燥设备<sup>[7,11]</sup>,避免造成药材质量降低。当前在麦冬产地干燥方法种类较多,主要有煤炭火烘干(S6)、晒干(S1)和空气源热泵烘干机烘干(S7)3种,其中煤炭火烘干(S6)常因二氧化硫残留超标问题被人诟病。传统的中药材产地加工过程中对干燥方法的筛选主要以经济和方便为目标,在中药材质量方面则多仅注重外观质量,针对内在质量的研究多以单一或单类成分为指标进行评价<sup>[12-14]</sup>。近年来,以多组分综合评价中药材质量的方法被广泛应用<sup>[15-16]</sup>,本研究将其引入到中药材产地加工方法评价中,作为不同加工方法优劣筛选的指标。主要大类成分和代表单一成分量测定结合特征图谱是分析评价药材质量的有效方法,通过化学组分量变化和 HPLC 图谱特征研究看,可作为产地加工过程中干燥方法筛选的具体方法和指标,有效的评价麦冬干燥方法的优劣。

从结果分析可以看出,仅考虑药材质量,则晒干(S1)、阴干(S2)和低温减压干燥(S4)对药材化学组分的破坏最小,加工出的药材质量好,但晒干(S1)、阴干(S2)受天气影响大、干燥时间长、晾晒场面积需求大,低温减压干燥(S4)、冷冻干燥对设备要求高、成本高,在实际生产中均受到不同程度的限制。近年来,空气源热泵烘干机烘干(S7)被广泛应用麦冬生产中以替代煤炭火烘干(S6),有效地解决了二氧化硫残留的问题,但与晒干(S1)、阴干(S2)相比较其对麦冬质量有一定的影响,且耗能较传统煤炭火烘干(S6)较大。为保证麦冬药材质量,兼顾经

济、方便,可将晒干(S1)和空气源热泵烘干机烘干(S7)相结合应用。

#### 参考文献

- [1] 中国药典[S].一部.2015.
- [2] 孙志国,程东来,钟学斌,等.麦冬道地药材的国家地理标志产品保护现状分析[J].贵州农业科学,2010,38(1):57-59.
- [3] 余伯阳,徐国钧,金蓉鸾,等.麦冬类中药的药源调查和商品鉴定[J].中国药科大学学报,1991,22(3):150-153.
- [4] 金虹,王化东,何礼,等.川产麦冬及其须根组织学与麦冬皂苷量的对比研究[J].中草药,2014,45(7):1002-1005.
- [5] 宋淑华,陈淑艳.各类中药材加工方法[J].贮藏加工,2003(9):35.
- [6] 张家春,林绍霞,罗文敏,等.中药材干燥技术现状及发展趋势[J].贵州科学,2013,31(2):89-93.
- [7] 桑迎迎,周国燕,王爱民,等.中药材干燥技术研究进展[J].中成药,2010,32(12):2140-2144.
- [8] 林秋霞.植物生长调节剂对川麦冬质量的影响研究[D].温江:成都中医药大学.2014.
- [9] 吴发明,王盼,蔡晓洋,等.基于产量和有效成分含量分析套作蔬菜对麦冬的影响[J].中国药学杂志,2015,50(23):2039-2043.
- [10] 赵润怀,段金廛,高振江,等.中药材产地加工过程传统与现代干燥技术方法的分析评价[J].中国现代中药,2013,15(12):1026-1035.
- [11] 邓良平.中药材产地干燥初加工困境与对策[J].农产品加工·学刊,2012(2):121-123.
- [12] 陈倩,陈科力,杨旻,等.半夏产地加工方法对甾醇类成分的影响[J].中药材,2010,33(11):1701-1703.
- [13] 肖苏萍,何春年,曾燕,等.干燥方法与采收期对黄芩花中黄酮类化学成分的影响[J].中国现代中药,2013,15(11):975-980.
- [14] 邓寒霜,高宝云,王新军,等.干燥方法对中药材丹参有效成分含量的影响[J].商洛学院学报,2007,21(2):54-56.
- [15] 贺潇潇,吴启南,王新胜,等.基于多指标质量评价技术研究不同干燥方法对三棱品质的影响[J].中药材,2014,37(1):29-34.
- [16] 白志川.不同采收期川丹皮多组分化学成分变化规律研究[J].中国农业科学,2006,39(5):997-1003.