

不同干燥工艺对金钗石斛叶品质的影响

孟映霞, 马朝阳, 王洪新*, 梅娜娜, 宋小蒙

(江南大学食品学院, 国家功能食品工程技术研究中心, 江苏无锡 214122)

[摘要] **目的:**研究不同干燥工艺对金钗石斛叶品质的影响,为改进该药材的初加工和扩大石斛药材的药用部位提供理论依据。**方法:**以金钗石斛叶为原材料,采用热风干燥、微波干燥、真空干燥和真空冷冻干燥4种不同干燥方式对金钗石斛叶进行干燥,探讨4种方式对金钗石斛叶色泽、微观结构、总多糖和石斛碱含量的影响。**结果:**真空冷冻干燥产品色泽保持最好,优于其他3种干燥方式。不同干燥方法对样品所呈现的微观结构有所区别。金钗石斛叶经真空冷冻干燥、真空干燥、热风干燥及微波干燥后总多糖质量分数分别为3.11%、3.02%、2.81%和2.74%。不同干燥工艺对金钗石斛叶总多糖含量的影响较大,而对石斛碱含量则影响很小。**结论:**从成本方面考虑,热风干燥方式下的金钗石斛叶色泽较好,有效成分含量较高,且所需设备简单、节能、处理量大,在企业加工中值得推广应用。

[关键词] 金钗石斛叶; 干燥方式; 多糖; 石斛碱; 微观结构; 色泽

[中图分类号] R283.6; R282; R284.1; RTQ574+.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)15-0026-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2017150026

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170511.0903.014.html>

[网络出版时间] 2017-05-11 9:03

Effect of Different Drying Methods on Product Quality of *Dendrobium nobile* Leaves

MENG Ying-xia, MA Chao-yang, WANG Hong-xin*, MEI Na-na, SONG Xiao-meng
(National Engineering Research Center for Functional Food, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

[Abstract] **Objective:** The effect of different drying methods on the product quality of *Dendrobium nobile* leaves were investigated to provide the theoretical references for the development of processing technologies of *D. nobile* leaves and the expansion of medicinal parts of this herb. **Method:** *D. nobile* leaves were dried by four drying methods, including microwave drying, hot air heating, vacuum drying and vacuum freeze drying, then the impacts of different drying technologies on the color, microstructure, contents of total polysaccharides and dendrobine of *D. nobile* leaves were investigated. **Result:** The results showed that the color of vacuum freeze drying products was bright and better than the hot air drying, microwave drying and vacuum drying. Different drying methods differed in the microstructure of samples. The content of total polysaccharides in *D. nobile* leaves was 3.11% in vacuum freeze drying, 3.02% in vacuum drying, 2.81% in hot air drying and 2.74% in microwave drying. There was not much difference of drying methods in the dendrobine content. **Conclusion:** In the field of expenditure, *D. nobile* leaves have higher content of functional components under hot air drying, which has operability and energy conservation, it can be extended in the application of *D. nobile* leaves.

[Key words] *Dendrobium nobile* leaves; drying method; polysaccharides; dendrobine; microstructure; color

[收稿日期] 20170313(012)

[基金项目] 中央高校基本科研业务费专项(JUSRP51501);金钗石斛资源精深加工系列产品的研究与开发项目(150035)

[第一作者] 孟映霞,在读硕士,从事食品营养与功能因子研究,Tel:15961792058,E-mail:15961792058@163.com

[通讯作者] *王洪新,教授,博士生导师,从事食品营养与功能因子研究,Tel:13801513159,E-mail:wanghongxin2009@hotmail.com

金钗石斛为我国传统名贵中药,为兰科石斛属植物,又名扁金钗、金钗石、扁黄草等,其茎为传统中药石斛的来源之一,为历版《中国药典》所收载。金钗石斛的主要有效成分有生物碱类、多糖类等^[1-3],具有滋阴清热、益胃生津、免疫调节、抗氧化、抗白内障、抗肿瘤、降血糖、降血脂等功效^[4-8]。石斛茎的药用价值很高,但是金钗石斛茎来源较少,价格昂贵,需要 2~4 年才能收获 1 次,而金钗石斛生长过程中会产生大量的叶子,且每年都有收获,但是目前还未得到有效利用。现有研究表明石斛叶中有许多成分与石斛茎中的相类似,孙卓然等^[9]测定了石斛不同种、不同药用部位中的多糖含量,其中金钗石斛根、茎、叶中均含有多糖。还有研究表明石斛叶中含有与茎相同的多糖、黄酮、生物碱及脂溶性物质^[10-13]。

为了促进金钗石斛资源的充分利用,对其叶子进行深入研究显得尤为必要。然而鲜石斛叶中水分含量高、营养充足,适宜微生物生长,易造成腐烂,因此采用适宜的工艺进行干燥,尽可能减少干燥过程中对其有效成分的破坏及感官方面的影响显得至关重要。钱桂敏等^[14]研究了不同干燥方法对金钗石斛鲜品中石斛碱含量的影响,结果表明不同干燥方法对其几乎无影响;辛明等^[15]研究了不同干燥工艺对铁皮石斛多糖及石斛碱的影响,结果表明不同干燥方法对石斛多糖含量影响较大,而石斛碱含量基本不变。但迄今,尚未见关于金钗石斛叶在采摘后干燥加工过程中不同干燥方法对其多类型活性成分影响的报道。据此,本实验以金钗石斛叶中含有的与其营养保健功效密切相关的多糖含量、石斛碱含量及色泽、微观结构为指标,考察不同干燥方法对这些评价指标的影响,以期最大化节约人工和经济成本,为改进金钗石斛叶的初加工、扩大石斛药材药用部位提供科学依据。

1 材料

GC7890 型气相色谱仪(美国 Agilent 公司), AR224CN 型电子天平(上海奥豪斯仪器有限公司), MJ-BL25C3 型搅拌机(广东美的精品电器制造有限公司), WFZ UV-2100 型紫外-可见分光光度计(上海尤尼柯仪器有限公司), AVM 602/WH 型微波炉(飞利浦公司), GZX-9240MBE 型电热鼓风干燥箱(上海博讯实业有限公司医疗设备厂), DZF-6050 型真空干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司), SCIENTZ-10N 型冷冻干燥机(宁波新芝生物科技股份有限公司), CR-400 型彩色色差计(日本 Konica

Minolta 公司), Su1510 型扫描电子显微镜(日本日立公司)。

金钗石斛叶于 2016 年 3 月采自贵州赤水,为 2 年生野生栽培种,由贵州赤水国礼金钗石斛发展有限公司提供,经江南大学食品学院王洪新教授鉴定为兰科多年生草本植物金钗石斛 *Dendrobium nobile* 的叶子;D-无水葡萄糖(北京万佳首化生物科技有限公司,批号 DW0005,纯度 $\geq 99\%$),石斛碱对照品(上海源叶生物科技有限公司,批号 B21154,纯度 $\geq 98\%$),萘对照品(阿拉丁试剂有限公司,批号 N110796,纯度 $\geq 99.7\%$),苯酚、浓硫酸、无水乙醇均为分析纯。

2 方法与结果

2.1 药材的预处理 新鲜金钗石斛叶除去病叶、黄叶后清洗、沥干。

2.2 干燥处理 取经过预处理的鲜金钗石斛叶 100 g,分别采用热风、微波、真空、真空冷冻 4 种方法干燥。热风干燥的条件为设定烘箱温度 60℃,风速调节至最高,每 1 h 翻动 1 次;微波干燥的条件为采用间歇性加热方式,设定微波炉功率 750 W,时间 2 min/次;真空干燥的条件为设定温度 60℃,真空度 0.09 MPa;冷冻干燥的条件为将样品预冻(温度设定 -80℃)12 h,设定冷阱温度 -60℃,真空度 1 MPa。水分测定方法遵循国家标准(GB/T8858-88),干燥过程中计算实时含水率,当含水率 $< 13\%$ 时停止干燥。将干燥样品进行粉碎,过 60 目筛,备用。每种干燥方法重复 3 次试验。

2.3 金钗石斛叶粉末色泽的测定 样品色度指标(L, a, b)由 CR-400 型彩色色差计测定。 L 表示明暗度(黑白), a 代表红绿色($a+$ 表示偏红, $a-$ 表示偏绿), b 代表黄蓝色($b+$ 表示偏黄, $b-$ 表示偏蓝)^[16]。色差计在测定样品前使用 1 个标准的白色背景进行校正,每个样品随机测定 3 点,取其平均值。

2.4 扫描电镜观察金钗石斛叶粉末的显微结构 取少量 4 种不同干燥处理后的石斛叶样品粉末固定在样品台上,使用溅射镀膜机镀上一层导电金膜。在扫描电子显微镜上观察制得的切片,拍照记录,照片放大 1 000 倍。

2.5 金钗石斛叶总多糖的含量测定 参照 2015 年版《中国药典》^[17] 中铁皮石斛多糖的测定方法测定。

2.6 石斛碱的含量测定 根据 2015 年版《中国药典》^[17] 中规定的石斛碱含量测定方法测定。

2.7 数据统计分析 测定结果采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,所

有数据采用 SPSS 20 统计软件进行单因素方差分析,显著性检验 ($P < 0.05$) 以最小显著性差异法 (LSD) 进行。

2.8 不同干燥方法的干燥时间分析 对 4 种不同干燥方式的干燥时间进行比较分析,结果见表 1。通常情况下,物料干燥时间越长营养成分保留越低,因为物料在干燥过程中仍保持一定的呼吸作用,环境中微生物也会对其产生影响。由表 1 可知,微波干燥时间最短,微波干燥在电磁波作用下使样品内部分子剧烈碰撞,穿透力强、脱水迅速,干燥的同时也可起到杀虫卵灭酶的作用,但 1 次的处理量小,间歇性加热的方式也使得工作量加大;真空冷冻干燥耗时长,不适合批量处理;真空干燥时间与热风干燥时间相差较小,但真空干燥对设备要求高、耗能大;相比较之下,热风干燥设备成本低、效率高,温度可控,处理量大,适用于大多数中药材的干燥加工^[18]。

表 1 金钗石斛叶不同干燥方法的干燥效率比较

Table 1 Comparison of drying efficiency of four drying methods for *Dendrobium nobile* leaves

干燥方法	干燥时间/h	含水量/%
热风	20	12.48
微波	1	11.60
真空	18	12.19
真空冷冻	30	11.97

2.9 不同干燥方法下金钗石斛叶粉末的色泽比较 4 种不同干燥方式对金钗石斛叶色泽的影响见表 2。结果发现真空冷冻干燥和微波干燥样品的 L 较大, a 和 b 相对较小,表明其对样品的色泽影响小,产品色泽鲜亮,这应该得益于其真空与低温环境共同作用的结果,导致了较弱的酶促褐变反应。热风干燥与真空干燥样品的 L 相对较低;与微波干燥、真空冷冻干燥相比色泽较暗, L 具有显著性差异,这可能与物料干燥温度高有关,热风干燥和真空干燥均采用了加热处理,且干燥温度与物料的褐变情况成正比。另外,样品长时间置于空气中也会在一定程度上产生褐变,相较于热风干燥,虽然微波干燥方式也采用了加热处理,但是其干燥时间短,因此样品颜色较为鲜亮。

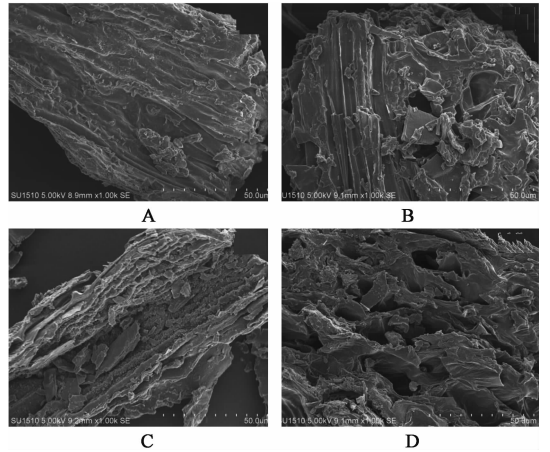
2.10 不同干燥方法对金钗石斛叶显微结构的影响 不同干燥方法下金钗石斛叶的显微结构见图 1。结果显示不同干燥方法下金钗石斛叶的显微结构存在一定的区别。热风干燥下石斛叶粉末表面比较光滑,结构完整性保持较好,无明显孔隙。微波干燥粉

表 2 不同干燥方法下金钗石斛叶的色差 ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

Table 2 Values of color difference of *Dendrobium nobile* leaves under four drying methods ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

干燥方法	L	a	b
热风	50.78 ± 0.55^b	-3.16 ± 0.13^a	18.11 ± 0.59^a
微波	54.75 ± 0.23^a	-2.17 ± 0.12^b	17.87 ± 0.50^a
真空	52.86 ± 0.53^c	-1.68 ± 0.16^c	12.62 ± 0.24^b
真空冷冻	55.53 ± 0.23^a	-1.72 ± 0.12^c	10.53 ± 0.37^c

注:同列数据备注不同英文字母者表示差异显著,即 $P < 0.05$ (表 3 同)。



A. 热风; B. 微波; C. 真空; D. 真空冷冻

图 1 不同干燥方法下金钗石斛叶的 SEM ($\times 1\ 000$)

Fig. 1 Scanning electron microscopes of *Dendrobium nobile* leaves dried with different methods ($\times 1\ 000$)

末表面结构较为松散,有明显的破碎痕迹,空隙较多而杂乱无章。真空干燥粉末表面结构疏松,呈褶皱状,结构破碎比较严重。真空冷冻干燥粉末表面呈蜂窝结构,空隙多且空腔大。

不同干燥方法对样品微观结构的影响与水分的迁移有关。热风干燥表面水分挥发快,且无外力作用,所以表面结构较完整。真空干燥虽然处于加热状态,但也处于真空状态,水分受压力影响沸点变低,当所采用的干燥温度达到或接近沸点温度时,物料中的水分沸腾达到最大蒸发状态,对物料的组织结构产生破坏,因此真空干燥产品表面结构破碎较严重。而真空冷冻干燥除了蒸气压的影响,低温状态使得物料内部的水分结晶,体积膨胀,水分直接从冰晶升华,因而形成了疏松的蜂窝状结构。而微波干燥在电磁波的作用下,物料内部的水分子剧烈地碰撞和摩擦,从而使体系的温度迅速升高,通过水分气化达到干燥的目的^[19],在这种较高的介电强度和高温作用下容易导致水分扩散不均匀,因此形成了不规则的孔隙,表面有明显的小碎渣。

2.11 不同干燥方法对金钗石斛叶总多糖含量的影响 由表 3 可知,4 种干燥方式下金钗石斛叶总多糖含量具有显著差异。真空冷冻干燥的总多糖质量分数达 3.11%,真空干燥次之,均高于热风干燥的 2.81%和微波干燥的 2.74%。原因可能主要与干燥时间与温度有关。热风干燥的时间较长、温度较高,且并未隔绝空气,在此条件下,金钗石斛叶保持着相对较强的呼吸作用,消耗本身糖分以维持机体的生理活动;而冷冻干燥在 -60℃ 下进行,酶活性降低,加上真空环境,使药材的呼吸作用变弱,减少了多糖类成分的降解^[20]。微波干燥的总多糖含量最少,可能是因为干燥过程中局部温度过高,样品发生了美拉德或焦糖化反应,一些多糖转化为寡糖或焦糖。

表 3 不同干燥方法对金钗石斛叶总多糖和石斛碱质量分数的影响
Table 3 Effect of four drying methods on contents of total polysaccharides and dendrobine in *Dendrobium nobile* leaves %

干燥方法	总多糖	石斛碱
热风	2.81 ± 0.03 ^c	0.14 ± 0.01 ^a
微波	2.74 ± 0.01 ^d	0.14 ± 0.02 ^a
真空	3.02 ± 0.02 ^b	0.15 ± 0.01 ^a
真空冷冻	3.11 ± 0.01 ^a	0.15 ± 0.02 ^a

2.12 不同干燥方法对金钗石斛叶的影响 石斛碱是金钗石斛的标志性成分,已有研究结果表明石斛碱具有止痛、解热作用,并可解巴比妥中毒^[21]。由表 3 可知,4 种不同干燥方式下金钗石斛叶中石斛碱的含量无显著性差异。表明石斛碱对不同干燥工艺产生的影响不敏感,这可能是由于石斛碱为倍半萜生物碱类,具有较高的稳定性。

3 讨论

金钗石斛是我国传统名贵中药材,已有研究表明石斛叶中含有多数与茎相同的活性成分,但金钗石斛叶一直以来没有得到有效的利用,造成了极大的资源浪费^[9-13]。因此对金钗石斛叶的深入研究有助于提高该药材资源的综合利用和经济价值。此外,尚无文献报道干燥方式对金钗石斛叶品质及活性成分的影响。本文探讨了 4 种不同干燥方法对金钗石斛品质的影响,包括色泽、微观结构、总多糖及石斛碱含量等方面,结果表明这 4 种干燥方法对金钗石斛叶色泽、微观结构及总多糖含量影响较大,而对石斛碱含量无显著性影响。真空冷冻干燥方式在保证金钗石斛叶色泽和有效成分含量方面都表现优异,但真空冷冻干燥和真空干燥所需设备要求高,且

价格昂贵;微波干燥用时短,但是加热方式为间歇性加热,处理量小,不适合规模化生产,综合考虑,虽然热风干燥对金钗石斛叶样品的色泽和有效成分含量有一定影响,但该方式的优点是设备要求低,节能、操作方便,适合批量处理,因此可以在加工企业中推广应用。

本文研究发现不同干燥方法对金钗石斛叶的微观结构有显著影响,但并未探讨这些微观结构的差异是否会对宏观品质产生影响,此外,干燥方式除了对总多糖的含量有影响,对总多糖的单糖组分、结构等理化性质是否有影响,在后续工作中,本课题组对上述 2 个方面进一步研究证实。

[致谢] 贵州赤水国礼金钗石斛发展有限公司提供的金钗石斛叶。

[参考文献]

[1] 张晓敏,孙志蓉,陈龙,等. 金钗石斛的化学成分和药理作用研究进展[J]. 中国现代应用药学,2014,31(7):895-899.

[2] 汪代芳,俞桂新,赵宁毅,等. 金钗石斛茎的化学成分研究[J]. 中草药,2012,43(8):1492-1495.

[3] Kim J H, Oh S Y, HAN S B, et al. Anti-inflammatory effects of *Dendrobium nobile* derived phenanthrenes in LPS-stimulated murine macrophages [J]. Arch Pharm Res,2015,38(6):1117-1126.

[4] 蔡伟. 金钗石斛化学成分和降血糖作用初步研究[D]. 北京:北京中医药大学,2011.

[5] 王军辉. 金钗石斛多糖的化学结构和抗白内障活性研究[D]. 合肥:合肥工业大学,2011.

[6] ZHANG Y, WANG H X, WANG P, et al. Optimization of PEG-based extraction of polysaccharides from *Dendrobium nobile* Lindl. and bioactivity study [J]. Int J Biol Macromol,2016,92:1057-1066.

[7] 何健超,陈素红,庞敏霞,等. 复方金钗石斛提取物对力竭游泳小鼠抗疲劳作用的研究[J]. 浙江中医杂志,2016,51(6):461-462.

[8] 黄琦,廖鑫,吴芹,等. 金钗石斛生物总碱对糖尿病大鼠血糖及肝脏组织 IRS-2 mRNA, IGF-1 mRNA 表达的影响[J]. 中国实验方剂学杂志,2014,20(19):155-158.

[9] 孙卓然,刘圆,李晓云,等. 石斛不同种、不同药用部位中多糖含量测定[J]. 时珍国医国药,2009,20(8):1886-1888.

[10] 刘双双,刘丽芳,朱华旭,等. 酶解等 4 种方法用于中药废弃物资源化研究初探(I)——以脉络宁注射液生产中石斛药渣的多糖资源化研究为例[J]. 中国实验方剂学杂志,2016,22(22):34-40.

[11] 唐丽,李菁,龙华,等. 不同生长龄铁皮石斛茎与叶中

- 总多糖、总生物碱及总黄酮含量的差异[J]. 广东农业科学, 2015, 42(8): 17-21.
- [12] 周桂芬, 庞敏霞, 陈素红, 等. 铁皮石斛茎、叶多糖含量及多糖部位柱前衍生化-高效液相色谱指纹图谱比较研究[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(5): 759-801.
- [13] 许莉, 郭力, 陈佳江, 等. 川产道地药材叠鞘石斛茎叶花脂溶性成分气相色谱-质谱联用分析[J]. 时珍国医国药, 2013, 24(10): 2368-2370.
- [14] 钱桂敏, 王平, 郭峰. 不同干燥方法对金钗石斛鲜品中石斛碱含量的影响[J]. 辽宁中医药大学学报, 2012, 14(1): 190-191.
- [15] 辛明, 张娥珍, 李楠, 等. 不同干燥工艺对铁皮石斛多糖及石斛碱的影响[J]. 南方农业学报, 2013, 44(8): 1347-1350.
- [16] Nourian F, Ramaswamy H S. Kinetics of quality change during cooking and frying of potatoes: part II colour [J]. J Food Process Eng, 2007, 26(4): 395-411.
- [17] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 93, 282-283.
- [18] 赵润怀, 段金殿, 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.
- [19] 高福成, 郑建仙. 食品工程高新技术[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009: 141-142.
- [20] 鲁文静, 梁宗锁, 吴媛婷, 等. 不同干燥方法对猪苓中多糖及麦角甾醇含量的影响[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(4): 144-148.
- [21] 王宪楷, 赵同芳. 石斛属植物的化学成分与中药石斛[J]. 中国药理学杂志, 1986, 21(11): 666-669.
- [责任编辑 刘德文]

《中国实验方剂学杂志》2014—2016 年度优秀审稿专家名单

田元祥教授(中国中医科学院中医临床基础医学研究所)
刘春生教授(北京中医药大学)
沈祥春教授(贵阳医学院药学院)
王长虹教授(上海中医药大学)
倪艳教授(山西省中医药研究院)
倪健教授(北京中医药大学)
赵艳玲研究员(解放军 302 医院)
李孝栋教授(福建中医药大学)
康文艺教授(河南大学)
张艳教授(辽宁中医药大学)
任钧国研究员(中国中医科学院西苑医院)
蔡宇教授(暨南大学药学院)
王冰副教授(上海中医药大学)
袁子民副教授(辽宁中医药大学)
张华副教授(山东中医药大学)

获奖的优秀审稿专家是在 2014—2016 年度一贯积极支持编辑部工作,能认真负责,按时完成审稿任务,且审稿数量较多的专家,由责任编辑推荐,编委会年会通过并颁发了获奖证书及奖金。