

## Advances in the Study of Drying Techniques for the Origin of Chinese Herbal Medicines and Raw Materials

Li Kunlun<sup>1</sup> Zheng Hui<sup>2</sup> Shi Maolin<sup>3</sup> Deng Liangjun<sup>3</sup>  
Zhang Xingguo<sup>1\*</sup>

1. Southwest Jiaotong University, Chengdu;

2. Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu;

3. Sichuan Jinlin Pharmaceutical CO., LTO, Emeishan

**Abstract:** The Chinese Medicine resources are abundant in China. At present, most of the Chinese medicinal materials have been artificially planted (cultured) and processed, so the processing of the origin has become an important link and process of the initial processing of Chinese herbal medicines. Among them, the drying process is an indispensable key step in the processing of many herbal medicines. On the one hand, drying is conducive to the preservation and processing of Chinese medicinal materials. On the other hand, the drying process can transform some of the ingredients in the medicinal materials to achieve better pharmacological activity and safety. This paper summarizes the existing drying technology of traditional Chinese medicinal materials and discusses the influence of the drying process of traditional Chinese medicine on the quality of traditional Chinese medicine. It aims to provide a scientific basis for the processing of traditional Chinese medicinal materials.

**Key words:** The Chinese medicines; Primary processing; Drying technology; Quality control; Research progress

Received: 2020-11-19; Accepted: 2020-12-03; Published: 2020-12-10

# 国产中药材及原料产地干燥技术研究进展

李坤伦<sup>1</sup> 郑 绘<sup>2</sup> 石茂林<sup>3</sup> 邓良俊<sup>3</sup> 张兴国<sup>1\*</sup>

1. 西南交通大学, 成都;

2. 成都中医药大学附属医院, 成都;

3. 四川金林药业有限公司, 峨眉山

邮箱: zxcg332@126.com

**摘 要:** 我国中药资源丰富, 迄今国产常用中药材及原料已实现人工种植(养殖)及加工, 因此产地加工成为中药材及原料初步加工的重要环节与过程, 其中, 干燥过程又是众多药材产地加工过程中不可或缺的关键步骤。干燥一方面利于中药材及原料的保存与加工, 另一方面, 干燥过程可以使部分药材体内的成分发生转化, 进而达到更好的药理活性和安全性。本文总结了现有的中药原药材干燥技术, 讨论了中药干燥过程对中药品质的影响, 旨在为中药材及原料产地加工提供科学依据。

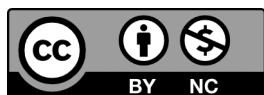
**关键词:** 中药材及原料; 产地加工; 干燥技术; 质量控制; 研究进展

收稿日期: 2020-11-19; 录用日期: 2020-12-03; 发表日期: 2020-12-10

Copyright © 2020 by author (s) and SciScan Publishing Limited

This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



我国地广物博, 药用资源丰富, 据不完全统计, 我国已发现药用资源 13000 余种<sup>[1]</sup>, 其中,《中华人民共和国药典》(2020年版,一部,以下简称《中国药典》)共收录标准 2711 种<sup>[2]</sup>, 可见《中国药典》收载品种占比很小。天麻、黄连等传统中药材及原料必须经过一定的产地加工后才能进行运输或保存, 以达到药用的要求。天麻、黄连等药材产地加工主要指药材在采收之后经过清洗、切制、干燥等一系列的加工过程<sup>[3]</sup>, 其中干燥过程是众多药材不可或缺的步骤。天麻、黄连等药材干燥主要是为了安全贮运, 其机理是将采收药材鲜品通过一定的干燥手段使药材鲜品内部的酶活性快速抑制和水分的快速排除, 使药材内的有效活性组分达到最大限度的保留, 这是产地优质药材及原料加工的关键基础。《中国药典》关于“干燥”描述较为简单。药材产地加工及炮制规定的干燥方法如下: ①烘干、晒干、阴干均可的, 用“干燥”; ②不宜用较高温度烘干的, 则用“晒干”或“低温干燥”(一般不超过 60℃); ③烘干、晒干均不适宜的, 用“阴干”或“晾干”; ④少数药材需要在短时间内干燥, 则用“暴晒”或“及时干燥”<sup>[2]</sup>。但在现实的产地加工过程中, 干燥过程往往有很多注意事项, 同时选择何种干燥方式也有一定的讲究。本文综述现有中药材及原料产地加工的干燥技术, 探讨不同干燥方法对药材品质的影响, 讨论药材产地加工的重要性, 为天麻、黄连等中药材及原料产地加工提供理论技术依据。

## 1 传统中草药产地加工的干燥技术

产地加工是天麻、黄连等传统药材加工的重要步骤, 其中主要包含挑选、清洗、切制、干燥等。其中, 天麻、黄连等药材干燥最主要目的就是控制药材

内的水分含量,同时干燥不仅可以使药材保持相对稳定的药效成分,而且可以避免药材发生腐败变质,是保证天麻、黄连等中药材及原料品质的重要方法<sup>[4]</sup>。天麻、黄连等的传统干燥技术主要以自然干燥和烘干为主。

## 1.1 自然干燥

自然干燥法在天麻、黄连等传统中药材及原料加工中起到了重要作用,该方法主要是利用环境因素对药材进行干燥,根据所需阳光及温度的不同,常分为晒干与阴干。该干燥模式在中国历史悠久,被广泛应用于多数药材中,该方法具有以下特点:①投资成本低,该方法一般不需要大型设备,有一定面积的晾晒场地就能满足要求;②技术要求相对较低,该方法主要利用阳光等多种气候条件进行干燥,不需要过多的人为干预,对于较多的散户药农较为合适;③药材品质一致性较难控制,该干燥方法因地因时而异,每个地区的阳光、温度等气候条件均具有一定的差异,药材的成分含量高低也会随着晾晒的温度高低、时间长短发生一定的变化,容易导致有效成分大量损失。④易受到污染,该方法的药材基本上处于暴露状态,在干燥过程中,药材容易受到微生物感染,进而破坏药材品质。因此,自然干燥法较为适用于低附加值类药材<sup>[4]</sup>。

王涛<sup>[5]</sup>等人对川芎晒干过程中进行动态分析,在30 d的全过程追踪研究中,药材水分在晾晒10 d就趋于稳定,总阿魏酸在晾晒3 d达到含量峰值(0.230%),游离阿魏酸在晾晒第8 d达到峰值(0.117%),阿魏酸松柏酯在晾晒第2 d达到峰值(0.546%),可见三类成分含量水平整体呈现先上升再下降的变化趋势。部分成分的倒“V”字型变化趋势在部分中药中也得到一定的印证,表现出一定的规律性,如枸杞中山奈酚、芦丁和槲皮素成分<sup>[6]</sup>;黄芩中黄芩苷和黄酮总量<sup>[7]</sup>。当然,晒干过程中引起的成分差异不一定是倒“V”型,但是值得肯定的是,干燥过程中药材及原料由于外界条件改变,其内部成分均有一定的转化,如丹参<sup>[8]</sup>,有研究者则把这种成分变化称为“抗干旱胁迫生理机制”的结果。

晒干对于大多数药材均较为适合,但是针对部分含挥发油或者所含成分对阳光及温度敏感的药材则常常需要采用阴干的干燥模式<sup>[9]</sup>。此类常见药材如果

仁类药材（柏子仁、杏仁和桃仁等）、花类药材（菊花、红花和金银花等）、叶类药材（藿香、艾叶和淡竹叶等）、动物类药材（地龙、水蛭和蛤蚧等）等。阴干方法能较好地避免药材中挥发性成分的损失，降低光敏成分的改变，同时对易走油或者晒干易变性的药材起到了很好的保护作用，是自然干燥法中不可或缺的方法之一<sup>[10]</sup>。

## 1.2 烘干

自然干燥法常常需要根据外界天气情况，一旦外界环境发生较大改变，干燥过程可能会对药材质量产生较大的影响，极易导致药材不合格<sup>[11]</sup>。烘干法提高干燥的速度，并且干燥均匀，能够较好保证天麻、黄连等药材产品的质量<sup>[12]</sup>，因此烘干法在广大中药产地加工中逐步得到推广。同时烘干法能达到较高温度，是快速干燥的重要途径之一。对比晒干研究表明<sup>[13]</sup>，鲜地黄产地加工宜采用烘干法，直接晒干虽然简便、成本低、梓醇和毛蕊花糖苷含量较高，但产量低、干燥时间长，干燥期间易霉烂，药材质量难以控制。

按照所用烘干设备分类可以分为烘房、烘箱和烘干机等，按照处理方法可以分为直接烘干和间接烘干，其中间接烘干是指在烘干前或者过程中对所需干燥的药材进行一定的处理，如杭白菊采用“蒸汽杀青—烘干”工艺<sup>[14]</sup>，此外还包括“发汗”<sup>[15]</sup>和“硫熏”<sup>[16]</sup>等加工方式。

## 2 传统中草药产地加工的干燥技术

天麻、黄连等使用传统的干燥方法进行中草药的干燥时其缺点十分明显，效率低，时间长，对能量的消耗高，同时也不能保证卫生条件以及药材的品质<sup>[10]</sup>。随着现代技术的发展与中药材及原料产地加工研究的深入，部分现代干燥技术也逐步应用于天麻、黄连等多数药材的加工过程中，包括喷雾干燥、真空冷冻干燥、微波干燥和远红外干燥等。但是基于众多的现代干燥技术研究发现，多种加工方法虽然对干燥效率及干燥后药材的质量稳定性有一定的帮助，但是综合经济成本考虑，该系列方法不太适用于大宗类药材的干燥处理。结合中药商品经济学成本控制分析，该系列方法可偏向于较名贵中药材及原料干燥

处理<sup>[17]</sup>。

## 2.1 喷雾干燥

喷雾干燥的工作原理是利用雾化器将料液分散成细小的液体颗粒，并通过加热装置对液体颗粒快速加热，蒸发溶剂并达到干燥产品的目的。目前，中药原药材较少使用该方法，其主要原因是中药原药材较难直接通过雾化器形成相应液滴，同时该仪器设备较为昂贵，并不适用于产地加工的推广。有研究者采用该干燥方法对破壁灵芝孢子粉进行研究<sup>[18]</sup>，结果发现，灵芝孢子粉产品干燥程度较高，更有利于保存；密度蓬松，流动性较好；孢子粉的比表面积减小，粒子更加稳定，粒子分散性更好；破壁重塑的灵芝孢子粉的过氧化值变化缓慢，具有良好的抗氧化性。

## 2.2 真空冷冻干燥

真空冷冻干燥是利用低温环境下水的升华，达到物料脱水进而干燥的一种方法<sup>[19]</sup>。该方法能较好保存药材内部活性成分的活性，目前已应用于人参、鹿茸等中药材及原料。针对大类药材，研究者发现真空冷冻干燥的三七色泽呈淡黄色、颜色均一、光泽好，表面平滑、无裂痕、没有皱痕，人参皂苷 Re 含量较高，冻干三七的品质明显优于晒干和热风干燥三七，且干燥后的各项性质也较好<sup>[20]</sup>。单从产品质量考虑，针对金钗石斛叶的干燥过程研究中发现真空冷冻干燥产品明显优于真空干燥、热风干燥及微波干燥<sup>[21]</sup>。在名贵药材冬虫夏草研究中，咎珂<sup>[22]</sup>等人发现冻干和晒干两种干燥方式对冬虫夏草的6种主要核苷和碱基成分具有显著影响，可发现冻干样品中总核苷、碱基成分、次黄嘌呤、黄嘌呤、尿苷、肌苷和鸟苷均高于晒干样品，占到了绝大多数药效成分，药效品质更佳。因此，真空冻干干燥是一种获得高品质药材重要方法与途径。

## 2.3 微波干燥

微波干燥技术不仅具有操作简便、快捷、效果佳、药物外观性状保持良好、耗能低等特点，在干燥的同时，还具有非常优异的灭菌效果<sup>[23]</sup>。但是并不是所

有的中药材及原料都适用该方法。研究表明,富含挥发性或热敏性成分的中药材及原料、含大量淀粉、树胶的天然植物都不适合使用微波干燥,而且要求被处理的物质具有良好的吸水性<sup>[24]</sup>。范胜莲<sup>[25]</sup>等人在对红花6种干燥方法对比研究时发现,微波干燥后的红花药材中羟基红花黄色素A、山奈素及红花黄色素A含量较高,干燥效率高、方法简单、时间短、成本低,可作为红花干燥的优先选择方法。对根部药材黄芪干燥方法研究时发现<sup>[26]</sup>,采用微波干燥的黄芪药材不仅干燥速度是其他干燥方法的多倍(相对于热风干燥、真空干燥和冷冻真空干燥),而且通过该干燥方法干燥的黄芪药材更有利于有效成分的提取。此外,在对银杏种子(白果)干燥过程研究<sup>[27]</sup>,微波干燥方法同时结合人工神经网络方法,对银杏种子进行了干燥过程成分预判,实际结果和理论值相匹配,也证实了该干燥方法在实际干燥过程中能通过结合相关数学模型对药材品质进行较好的预判,对判定药材干燥终点起到很好的帮助,达到合理干燥的目的。

## 2.4 远红外干燥

远红外干燥法适合含水量大,有效成分对热不稳定、易腐烂变质或贵重药材及饮片的快速干燥<sup>[24]</sup>,该方法主要是利用远红外光(波长25–1000 μm)所带有的波段能量,该波段光能穿透力强,当药材吸收该波段光的能量后会引起内部粒子加速运动,从而使药材温度升高达到干燥的目的<sup>[28]</sup>。朱邵晴<sup>[29]</sup>在采用远红外干燥方法干燥党参时,其干燥效率比风热干燥法高出20%以上。Yannan Chen<sup>[30]</sup>等研究者在对天麻外红外干燥过程检测研究发现,并利用低场核磁共振法和磁共振成像法对天麻的红外干燥过程进行了详细的监控和模拟。

## 2.5 其他干燥方法

现有干燥技术广泛应用于中药材及原料干燥过程研究中,除上述干燥方法外,还包括短波红外干燥、真空脉动干燥、气体射流冲击干燥<sup>[31]</sup>等,此外多种模式相结合的组合干燥模式越来越受到研究者关注,如超声—风热相结合干燥<sup>[32, 33]</sup>,通过综合性的干燥模式研究,为中药材及原料干燥过程研究提供了技术支持,为中药材及原料的产地加工提供了理论辅助。

### 3 讨论与小结

天麻、黄连等传统中药材的产地干燥是 GAP 生产过程中的重要环节, 现有中药材及原料干燥技术众多, 在中药材及原料产地加工的过程中, 不仅需要考虑到干燥效率与效果, 同时需要考虑到干燥成本。目前, 中国仍有大部分的药农是采用农户种植模式, 因此针对于部分需要大型设备的干燥模式, 在推广上仍具有一定的局限性, 因此自然干燥法仍被广泛使用, 而该种干燥方法受外界环境影响较大。虽然有很多的研究者在针对药材的不同干燥方式选择上均有研究, 但是均未形成法定标准, 因此出现了不同地区不同干燥方法的现象。针对上述的问题与现象, 为提高中药材及原料产地干燥规范化, 一方面需要加强宣传教育, 科学化引导药农进行规范化的产地干燥, 另一方面建议加强政府监管, 确保干燥方法的切实落实<sup>[34]</sup>。

研究者常常以含水量及外观来评价中药材及原料干燥质量, 此外也有众多研究者在考虑干燥对药材内在成分的影响关系, 建立了部分干燥分析模型, 但是针对科学高效性的干燥评价体系仍存在不足, 尤其中药材及原料干燥过程中药效成分变化机制研究方面依然存在不足<sup>[35]</sup>。中药材及原料种类繁多, 针对不同类型的药材研究可以进行分类研究, 中药材及原料干燥体系标准化研究仍任重道远<sup>[36]</sup>。

综上所述, 天麻、黄连等传统中药材及原料产地干燥方式与技术对其品质具有极其显著的影响, 在现代中药产业链中有着重要的基础性地位, 发挥着承上启下的作用。因此深入分析产地干燥中存在的问题与发展制约因素, 加强天麻、黄连等中药材及原料产地干燥研究, 推行合理干燥技术方案, 切实解决中药材及原料干燥关键技术瓶颈问题, 对于推动我国中药全产业链发展和加速现代中药国际化具有重要作用。

### 项目基金

四川省科技支撑计划项目 (2016NYZ0036, 21ZDYF2206, 2019YFS0181)。



## 参考文献

- [1] 郭明兴, 傅春升, 陈雅慧. 中药资源现状与可持续开发利用 [J]. 药学研究, 2019, 38 (5): 295-298.
- [2] 姚坚. 2020年版《中国药典》草案审议通过 [J]. 中医药管理杂志, 2020, 28 (8): 21.
- [3] 段金廛, 宿树兰, 吕洁丽, 等. 药材产地加工传统经验与现代科学认识 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34 (24): 3151-3157.
- [4] 桑迎迎, 周国燕, 王爱民, 等. 中药材及原料干燥技术研究进展 [J]. 中成药, 2010, 32 (12): 2140-2144.
- [5] 王涛, 林良斌, 张巧玲, 等. 川芎晒干过程中阿魏酸和阿魏酸松柏酯含量的变化 [J]. 植物科学学报, 2015, 33 (2): 259-263.
- [6] 李朋亮, 廖若宇, 王旭, 等. 枸杞晒干过程中黄酮类化合物和苯丙氨酸解氨酶活性的变化 [J]. 食品科学, 2014, 35 (23): 79-83.
- [7] 张榕, 李焱, 周铜水. 晒干过程中黄芩药材黄酮类成分的动态变化 [J]. 复旦学报 (自然科学版), 2010, 49 (5): 575-581.
- [8] Zhou G J, Wang W, Xie X M, et al. Post-Harvest Induced Production of Salvianolic Acids and Significant Promotion of Antioxidant Properties in Roots of *Salvia miltiorrhiza* (Danshen) [J]. *Molecules*, 2014, 19 (6): 7207-7222.
- [9] 赵润怀, 段金廛, 高振江, 等. 中药材及原料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.
- [10] 郭忠泽. 浅谈中药饮片的自然干燥 [J]. 福建中医药, 2001 (6): 47.
- [11] 周媛媛, 刘雨新, 刘兆熙, 等. 保障中药质量的关键环节——产地加工 [C] // 中国药学会. 2014年中国药学会大会暨第十四届中国药师周论文集. 2014: 5.
- [12] 吕美进, 潘红燕. 热泵与微波联合烘干在药材烘干中的应用 [J]. 时

- 代农机, 2018, 45 (7): 213-214.
- [13] 李强, 胡晶红, 张永清, 等. 晒干与烘干生地黄产量和质量比较 [J]. 山东中医杂志, 2013, 32 (9): 664-665+683.
- [14] 徐庶, 周苏果, 黄毓祥, 等. 响应面法优化杭白菊烘干工艺研究 [J]. 食品研究与开发, 2019, 40 (5): 149-155.
- [15] 陈茹, 陈成, 杨兴鑫, 等. 中药“发汗”炮制法的现代研究进展 [J]. 中草药, 2018, 49 (2): 489-493.
- [16] 毛文琴. 中药材及原料硫黄熏蒸干燥加工方法的现状及问题分析 [J]. 心血管病防治知识 (学术版), 2017 (1): 111-112.
- [17] 汪晓凡, 刘盈, 李祺. 基于经济学视角的中药材及原料流通问题分析 [J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23 (04): 1-4.
- [18] 沈秀军, 何艳云, 黎凌云, 等. 喷雾干燥法重塑灵芝孢子孢壁工艺研究与产品分析 [J]. 皖西学院学报, 2015, 31 (5): 121-125.
- [19] 刘苗苗, 叶利春, 陈立军, 等. 真空冷冻干燥技术在中药研究中的应用 [J]. 中药材及原料, 2014, 37 (5): 909-911.
- [20] 李美凤, 刘雨诗, 王楨月, 等. 真空冷冻技术在三七干燥中的应用研究 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47 (3): 173-175+188.
- [21] 孟映霞, 马朝阳, 王洪新, 等. 不同干燥工艺对金钗石斛叶品质的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23 (15): 26-30.
- [22] 咎珂, 赵磊, 过立农, 等. 基于多指标成分含量的冬虫夏草冻干和晒干法比较 [J]. 中国中药杂志, 2019, 44 (10): 1974-1977.
- [23] 王爽, 聂其霞, 张保献, 等. 微波干燥及灭菌技术在中药领域应用概况 [J]. 中国中医药信息杂志, 2017, 24 (11): 132-136.
- [24] 詹娟娟, 伍振峰, 王雅琪, 等. 中药材及原料及制剂干燥工艺与装备现状及问题分析 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40 (23): 4715-4720.
- [25] 范胜莲, 刘光兴. 不同干燥方法对红花中羟基红花黄色素 A、山奈素及红花黄色素 A 含量的影响 [J]. 中国药师, 2020, 23 (6): 1198-1200.
- [26] Qianqian Di, Junhong Yang. EFFECT OF DIFFERENT DRYING METHODS

- ON THE QUALITY OF CHINESE HERB MEDICINE [ C ] . Asia-pacific Drying Conference. 2007.
- [ 27 ] Jun-Wen B, Hong-Wei X, Hai-Le M, et al. Artificial Neural Network Modeling of Drying Kinetics and Color Changes of Ginkgo Biloba Seeds during Microwave Drying Process [ J ] . Journal of Food Quality, 2018, 2018: 1-8.
- [ 28 ] 李建军. 远红外干燥技术及应用前景研究 [ J ] . 赤峰学院学报 ( 自然科学版 ), 2013, 29 ( 6 ) : 58-59.
- [ 29 ] 朱邵晴, 郭盛, 沙秀秀, 等. 党参药材不同干燥方法水分动态过程模拟与分析 [ J ] . 食品工业科技, 2017, 38 ( 7 ) : 245-249+255.
- [ 30 ] Chen Y, Dong H, Li J, et al. Evaluation of a Nondestructive NMR and MRI Method for Monitoring the Drying Process of Gastrodia elata Blume [ J ] . Molecules, 2019, 24 ( 2 ) .
- [ 31 ] 孟建升, 蒋俊春, 郑志安, 等. 3种干燥方式对山药片干燥动力学和品质的影响 [ J ] . 中草药, 2019, 50 ( 11 ) : 2575-2582.
- [ 32 ] Kaveh M, Jahanbakhshi A, Abbaspour-Gilandeh Y, et al. The effect of ultrasound pre-treatment on quality, drying, and thermodynamic attributes of almond kernel under convective dryer using ANNs and ANFIS network [ J ] . Journal of food process engineering, 2018, 41 ( 7 ) : e12868. 1-e12868. 14.
- [ 33 ] Ni J, Ding C, Zhang Y, et al. Influence of ultrasonic pretreatment on electrohydrodynamic drying process of goji berry [ J ] . J Food Process Preserv, 2020: e14600.
- [ 34 ] 张欣蕊. 中药材及原料产地干燥初加工困境与对策 [ J ] . 临床医药文献电子杂志, 2020, 7 ( 35 ) : 197.
- [ 35 ] 郑娅, 颀敏华, 张芳, 等. 干燥技术在中药材及原料产地初加工中的应用 [ J ] . 甘肃农业科技, 2017 ( 3 ) : 71-74.
- [ 36 ] 李秀萍. 中药材及原料的质量与采收和产地加工的研究 [ J ] . 现代中药研究与实践, 2011, 25 ( 6 ) : 22-23+43.