

带式真空干燥技术在中药浸膏干燥过程中的研究和应用

董德云*, 关健, 金日显, 潘海军, 李霞

(中国中医科学院实验药厂, 北京 100700)

[摘要] 对真空带式干燥技术用于中药浸膏干燥的试验方法、试验结果和生产实例进行整理和分析, 推广真空带式干燥机这一新型的干燥设备在我国中药行业的应用。引用了中外 23 篇参考文献, 介绍了当今国内外带式干燥技术的发展现状、针对中药浸膏几种传统的干燥方法存在的问题和带式干燥的比较优势, 以不同的中药浸膏为研究对象, 以产品含水率、干燥速率和药物含量为考察指标, 通过对带式干燥机的履带速度、加热温度、中药浸膏的含水量和进料速度等技术参数的单因素分析、综合因素分析, 研究建立真空带式干燥过程的数学模型, 通过正交试验设计法和多指标综合分析法, 研究辨识真空带式干燥过程的关键工艺参数和它们之间的关系, 分别确定出了最佳的工艺条件。从而为建立中药浸膏带式干燥的技术标准和应用规范奠定基础。带式真空干燥技术解决了中药浸膏其他干燥方式解决不了的问题, 而且节能省时, 有效成分保留好, 是目前最为先进的干燥方法。但至今还未形成普遍认可的技术标准, 各技术参数之间的关系随干燥品种的不同而变化, 要简化工艺优化过程, 扩大应用范围, 还需结合计算机分析软件的开发和自动监测技术、在线检测技术的逐步实现。

[关键词] 带式干燥机; 中药浸膏; 数学模型; 正交试验; 综合评分法

[中图分类号] R283.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)13-0310-04

Studies on Applications of Vacuum Belt Drying Technology in Drying Process for Traditional Chinese Medicine Extract

DONG De-yun*, GUAN Jian, JIN Ri-xian, PAN Hai-jun, LI Xia

(China Chinese Medicine Research Institute Experiment Drug Factory, Beijing 100700, China)

[Abstract] Studies on production examples of vacuum belt drying technology in Chinese traditional medicine extract to promote the application of the new equipment vacuum belt drier in traditional Chinese medicine industry. With consulting 23 references from journals database, comparing with conventional technologies and investigating the development status of belt-drying technology at home and abroad, we summarize the optimal craft condition, including crawler speed, heating temperature, water content of the extract and feed rate by mathematical modeling, quadrature analysis and comprehensive analysis in criterion of product moisture, drying rate and drug content, and thereby lay the foundation for technology standards in this field. Vacuum belt drying technology is the most advanced drying methods which has the advantage of saving energy and achieving a higher active ingredient content. However, a generally accepted technical standard has not yet been formed. Therefore, development of computer analysis software and building up of automatic monitoring technology and on-line measuring technology are needed to be combined with to simplify the process optimization and expand the scope of application.

[Key words] vacuum belt drier; Chinese traditional medicine extract; mathematical model; quadrature analysis; comprehensive analysis

真空带式干燥技术是近几年来在我国食品、精细化工、保健品和制药行业兴起的一项新技术, 用于中药行业, 可以

解决长期以来中药浸膏难以干燥的问题, 如丹参、复方丹参、川芎、当归、穿心莲、灵芝、苦参、人参、刺五加等。采用喷雾干燥温度高^[1], 热敏性物质易被破坏; 冷冻干燥效果^[2-3]虽好, 但经济性差; 采用真空干燥箱干燥时间长^[4]、能耗高, 且间断操作容易染菌和吸潮, 达不到 GMP 质量标准; 真空带式干燥设备用于中药浸膏, 具有自动化程度高, 干燥温度低、操

[收稿日期] 20120217(175)

[通讯作者] *董德云, 副主任技师, 从事制药设备管理工作, Tel:01084036439, E-mail:baihu468@sohu.com

作环境封闭、连续化生产等优点^[5],具有很大的产业前景,但与德国、瑞士、日本等国的真空带式干燥先进技术^[6]比较仍有很大差距。由于中药成分复杂,真空带式干燥设备动态控制参数多,缺乏成熟的调试方法,往往花费较长时间才能确定工艺参数,而且常常不能得到优化的工艺参数,这大大阻碍了真空带式干燥技术在中药企业的推广应用。因此,研究开发真空带式干燥过程的优化技术、辨识工艺参数之间的复杂关系是十分迫切的问题。笔者就此查阅了有关文献,发现许多研究人员正在致力于这方面的工作,对不同类型的中药浸膏做了干燥实验和研究,且有了一些结果和定论。

1 带式干燥机的的工作原理和技术参数

在真空条件下,物料经布料机将黏稠的液态物料较薄地涂在传送带上,物料先进入加热段,进行蒸汽和热水加热,水分很快被蒸发带走;物料再进入冷却段,经冷却水冷却使物料发泡变脆;在出料处,由剪切机构将物料剪断,并通过破碎机将其破碎;最后进入螺旋输送机,使物料自动控制出料,即用两只气动闸刀阀和中间罐交替切换,使物料分批进入成品桶,所得产品是原色原味的、松脆的颗粒^[7]。

温州市金榜轻工机械厂有限公司课题组^[8]对影响真空带式干燥效果的主要工艺参数进行了研究和筛选,确定了加热系统温度 $^{\circ}\text{C}$ (分3个加热区)、传送带速度、进料速度、浸膏初始含水率、真空度、浸膏进料温度和冷却段温度等为主要技术参数^[9-10]。对不同品种的中药浸膏,浙江大学中药科学与工学系实验室、上海远跃轻工机械厂和上海朗脉新化工技术公司建立了工程实验中心^[11],并设计制造了小型实验用真空带式干燥机。为深入研究不同物料在真空状态下的干燥特性,确定合适的操作工艺条件,创建了方便、快捷的实验条件。

2 干燥效果研究方法

2.1 单因素实验 王莹等^[12]在对地黄叶总苷浸膏真空带式干燥工艺优化研究中,为了明确每一个工艺参数对干燥效果的影响的大小,首先对进料速度、履带速度、加热系统温度和浸膏初始含水率分别进行了单因素试验。

2.1.1 进料速度 在物料温度 30°C ,冷却区温度 35°C ,加热系统温度($90,90^{\circ}\text{C}$),履带速度 $6\text{ cm}\cdot\text{min}^{-1}$ 的条件下,研究者用5个不同的进料速度得出干燥产物含水率随之变化的曲线。结果表明进料速度越大,涂布在履带上的浸膏厚度越大,水分蒸发越慢,产物含水量越大。但由于履带速度足够慢,浸膏在真空条件下的干燥时间足够长,干燥产物的含水率差别并不大。

2.1.2 履带速度 在其他条件不变的情况下,研究者用间隔相同的5个履带速度,得出干燥产物含水率随之变化的曲线,结果表明,随着履带速度的加大,干燥产物含水率逐渐加大,这是因为在加热区长度恒定的情况下,履带速度增加,浸膏的干燥时间缩短,因此,含水率增加。考虑到履带速度较小时,干燥时间太长会使干燥产物的色泽加深,且有可能导致有效成分的损失,而履带的速度太大时,产物含水量率高,产品易不合格。

2.1.3 加热向量温度 研究者分别用 $70,80,90,100^{\circ}\text{C}$ 加热,取得干燥产物的含水率随之变化的曲线。随着加热系统温度的升高,干燥产物的含水率下降,当温度达到 90°C 后,升高加热系统温度对干燥物含水率的影响程度降低。

2.1.4 浸膏初始含水率 研究者配制4种初始含水率不同的地黄叶总苷浸膏,得出干燥产物的含水率随之变化的曲线。当浸膏初始含水量较小时,浸膏黏度较大,水分蒸发较慢,随着初始含水率的增大,浸膏黏度降低,流动性增强,水分蒸发加快。但在一定干燥时间内,当浸膏初始含水量过大时,由于水分较多,产物含水率也较高。在实际干燥过程中,当地黄叶总苷浸膏初始含水率 $>45\%$ 时,涂布在履带上的浸膏由于流动性增强,逐渐溢流至履带边缘,导致部分浸膏损失,产品收率降低。

从以上单因素试验可以发现,每个曲线并不是简单的线性关系,不同品种还需要做实验加以确认。由上述单因素试验数据方差分析结果能够得出,实验中考察的4个因素对于地黄叶总苷浸膏干燥产物含水率的影响程度大小依次为履带速度 $>$ 加热系统温度 $>$ 进料速度 $>$ 浸膏初始含水量。

2.2 多因素综合实验 在多指标的优化实验中,指标之间可能相互矛盾,即在一个指标得到优化的同时,可能会对另一个指标产生相反的作用,所以,在优化的过程中,需要利用数学模型,对各个指标进行综合考虑和权衡。

曾艳等人^[13]采用正交试验法^[14]和多指标综合评分法^[15],以丹参浸膏干燥产品含水率为考察指标,对影响丹参浸膏真空带式干燥过程的因素进行了研究。由于丹参浸膏黏性高、易结团及热敏性,在真空条件下加热极易起泡,故在真空带式干燥机加热系统选择3个加热区为 $80,95,90^{\circ}\text{C}$ 不同的加热温度,可适当降低加热区1的温度,以减小丹参浸膏的发泡程度,为避免丹参浸膏在降速干燥阶段物料过热现象,选择加热区2的温度为 95°C ,加热区3温度略低。选取了浸膏含水率为 $30\%,35\%,40\%$ 3个水平进行测试。经过数学模型的计算,输送带的速度对丹参浸膏干燥产品含水率的影响较大。实验最后采用多指标综合评分法,通过对丹参浸膏各个指标综合考虑和权衡得出了最佳干燥工艺条件。

魏景希等^[16]采用正交试验法,以川芎干膏含水量和阿魏酸含量^[17-18]为考察指标,对影响川芎浸膏带式真空干燥过程的因素进行了研究。首先选加热温度、进料速度、履带速度为3组因素水平,进行 $L_9(3^4)$ 正交试验,对所得干燥产品分别进行了含水量测定^[19]、阿魏酸含量测定^[20],根据测定结果,根据正交试验表和方差进行综合分析,得出了最佳干燥工艺条件。刘雪松等^[21]以三七浸膏干燥产品含水率及指标成分收率为考察指标,通过正交试验考察影响三七浸膏真空带式干燥过程的因素,通过正交试验数据,进行统计学处理,得出最佳工艺条件。用SAS 8.0统计学软件对干燥产品含水率进行方差分析,得到影响三七浸膏干燥效果(含水率)最大的因素为履带速度。采用HPLC测定干燥前后三七5种皂苷成分的含量变化,其方法为:分别精密称定每次干燥试验的浸膏与干燥产品各约 20 mg 于 10 mL 量瓶中,用甲

醇定容,注入高效液相色谱仪 10 μ L 量瓶中,测定峰面积。以峰面积积分值代入标准曲线的回归方程,计算即得含量。结果表明,5 种皂苷成分的含量干燥后基本未发生变化。

无论哪种中药浸膏的干燥,都应在满足含水率的前提下,尽可能保证有效成分的保留。除上述例子外,在对真空带式干燥机的干燥效果实验中,黄子健^[22]对黄芪胶囊浸膏干燥产品中的黄芩甲苷含量;范文成^[23]等人对连花清瘟胶囊浸膏干燥产品中的连翘苷含量测定;王莹等人对地黄叶总苷浸膏干燥产品中毛蕊花糠苷和地黄叶总苷含量;殷竹龙等人^[24]对穿心连浸膏中的穿心连内脂和脱水穿心连内脂,用

高效液相法或薄层鉴定法对含量做了检测和分析。结果表明加热温度对干燥物含量的影响是最大的因素。

除考察中药浸膏的干燥产品的含水率和有效成分的含量外,还分别考察了各指标对干燥速率的影响。其中黄芪胶囊浸膏的实验表明,浸膏的相对密度对干燥速率影响最大,浸膏进料速度影响次之,输送带速率影响不显著。

把上述干燥产品的含水率、有效成分收率和干燥速率做为评价指标,在正交试验后,用综合评分法,就可得出该种中药浸膏最佳的工艺参数组合。上述 7 种中药浸膏的实验结果见表 1。

表 1 几种典型中药浸膏真空带式干燥最佳优化工艺参数

中药浸膏	A 初始含水率	B 进料速度 /mL·min ⁻¹	C 加热温度 /℃	D 履带速度 /cm·min ⁻¹	对干燥产品 含水率影响程度
丹参	40%	90	80,95,90	5	D > B > A
川芎	1.29 比重	10 (Hz·s ⁻¹)	95	10(Hz·s ⁻¹)	B > C > D
三七	67.32%	15	105,100	4	D > B > C
地黄叶总苷	40%	25	75,75	4	D > C > B
通脉颗粒	1.15 比重	200	80,90,80	15	
黄芪胶囊	1.30 比重	100	90,90,90	20	A > B > D
连花清瘟胶囊	1.20 比重	133	90,90,90	15	C > B > D

3 结果与讨论

以上由实验取得的工艺优化参数,皆通过了这些品种的 3 批物料的工艺验证,并已投入了大生产中,得到了满意的效果。因此,其他品种的中药浸膏可以参照上述实验的模式,根据品种的黏度、热敏性和其他特性,利用统计学数学模型,从初始含水率、进料速度、加热温度、履带速度等技术参数中,确定 3 个因素水平,做正交试验,在试验表中,确定主要考察指标,通过极差、方差分析,找出 3 个因素对干燥效果的影响程度和它们之间的相互关系,再用综合因素评分法,进行综合评价,从而得出最优化的工艺参数组合。从表中可以看出,由于中药成份不同,不同品种有不同的干燥工艺参数组合,要摸清它们之间的规律,还要做更多品种的实验研究工作。

4 展望

中药品种繁多,成份复杂多样。尽管上述研究取得一定进展,但参与实验的品种较少,没有形成普遍认可的技术标准,质量评价体系中未考虑与干燥产品质量相关的其他指标,如干燥产品的色泽、孔隙率、速溶性等。因此,针对不同中药品种,不断深入研究浸膏生产过程与真空带式干燥工艺之间的关联关系,开发计算机软件系统,仿真和实验研究料液性质、加热温度、真空度、冷却温度、履带速度与干燥产品质量之间的关联关系,建立标准化、模块化的真空带式干燥工艺,将有助于简化不同品种中药浸膏的工艺优化过程,建立完善的真空带式干燥工艺规范,提高真空带式干燥技术的控制水平,进而获得稳定的高质量干燥产品。相信在不远的将来,伴随着真空带式干燥机的不断改进和完善,加之自动监测技术、在线检测技术的逐步实现,真空带式干燥技术将在我国中药生产企业得到大力推广。

[参考文献]

[1] 徐成海,张世伟,关奎. 真空干燥[M]. 北京:化学工业出版社,2003:141.

[2] Chen W, Kren L B. The effects of different freeae dry in processes on the moisture content colot and physical strength of noese and camations[J]. Gast and Sin ithey, 2000,84(3/4):321.

[3] 程建明,郭萌. 苦苣粉针剂的冷冻干燥工艺研究[J]. 中草药,2005,36(2):210.

[4] 张魁,张鹏. 食品干燥新技术的研究发展[J]. 食品与生物技术学报,2006,25(2):115.

[5] Ferrari F. Continuous vacuum drying: the alternative for careful product handling [J]. Innovat Food Sci Emerg Technol,2002,3(4):26.

[6] Hayashi H. Continuous vacuum drying equipment of foods[J]. Japan Dairyand Food Sci. 1982. 31(6):295.

[7] 刘俊. 中药浸膏专用真空带式干燥机的研制[J]. 化工装备技术,2005,26(3):10.

[8] 温州市金榜轻工机械有限公司课题组. 带式真空干燥装备的研发与应用[D]. 广州:现代中药制药装备研究开发论坛论文集, 2009,11:143.

[9] Dincer I, Sahin A Z. A new model for the thermodynamic analysis of a drying process [J]. Int J Heat Transfer, 2004,54(19):645.

[10] Ekechukwu O V. Review of solar energy drying system sl: an overview of drying principles and theory [J]. Energy Conver Manage, 1999, 40(6):593.

从阳郁论抑郁症治法与处方用药

吴建林^{1*}, 丁元庆²

(1. 山东中医药大学基础医学院, 济南 250355; 2. 山东中医药大学附属医院, 济南 250011)

[摘要] 从阳气与营卫循行角度简要剖析了丁元庆教授关于抑郁症“阳气抑遏, 神颓志衰”新的病机理论, 即指出抑郁症病机的关键在于“阳郁不达, 神机颓废”, 抑郁症患者的绝大多数临床表现概由人身之阳气郁滞, 不能布达全身, 引发心神失养、神机不振所致。因此, 畅达阳气是抑郁症治疗的关键步骤, 宁心安神则是辨治抑郁症的重要环节。围绕着“阳郁神颓”的基本病机, 介绍了抑郁症的主要证候表现形式以及丁元庆教授运用经方治疗抑郁症的处方用药规律及其临证经验, 以期对抑郁症的临床辨证与治疗提供借鉴与参考。

[关键词] 抑郁症; 阳郁; 神机; 治法; 用药

[中图分类号] R287.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)13-0313-03

Demonstrated the Treatment Method and Prescription of Depression from the Angle of Yangqi's Stagnating

WU Jian-lin^{1*}, DING Yuan-qing²

(1. Basic Medical College of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Ji'nan 250355, China;
2. Affiliated Hospital of Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Ji'nan 250011, China)

[Abstract] Yangqi manage the spirit, the change of yangqi will lead to the disorders of the human's spirit. The typical clinical manifestations and disease characteristics of depression precisely in line with the characteristics of 'if Yangqi doesn't inspire, the spirit will be depressed. This paper analyzed Pro. Ding Yuanqing's new recognition for pathogenesis of depression from the persepective of circulation and movement of Yangqi, yingqi and Weiqi, that is if Yangqi was stagnated, the spirit would be depressed. The vast majority of

[收稿日期] 20120110(118)

[通讯作者] * 吴建林, 医学博士, 从事中医基础理论的教学和科研工作, Tel: 0531-89628526, E-mail: wujianlin2@sina.com

- [11] 李建国, 赵立娟, 刘冠军. 中药浸膏用真空带式干燥机及其小型装置的研制[J]. 世界科学技术——中医药现代化, 2009, 11(6): 6.
- [12] 王莹, 李页瑞, 刘雪松, 等. 地黄叶总苷浸膏真空带式干燥工艺优化研究[J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(8): 701.
- [13] 曾艳, 刘雪松, 陈勇, 等. 丹参浸膏真空带式干燥工艺的研究[J]. 中草药, 2006, 37(2): 197.
- [14] 甄攀, 张荣山, 白雪梅, 等. 吴茱萸中吴茱萸碱和吴茱萸次碱的提取条件研究[J]. 中国药理学杂志, 2005, 40(2): 99.
- [15] 张彤, 徐莲英, 陶建生, 等. 多指标综合评价法优选葛根提取工艺[J]. 中草药, 2004, 35(1): 38.
- [16] 锶景希, 彭中芳, 刘声波. 川芎浸膏真空带式干燥工艺研究[J]. 中药新药与临床药理, 2009, 20(5): 477.
- [17] 柯荣堂, 曾广方. 川芎化学成分研究[J]. 化学学报, 1957(4): 246.
- [18] 林茂, 朱朝德, 孙庆民, 等. 当归化学成分研究[J]. 化学学报, 1979, 14(9): 429.
- [19] 中国药典. 一部[S]. 2005: 附录 47.
- [20] 中国药典. 一部[S]. 2005: 89.
- [21] 刘雪松, 邱志芳, 王龙虎, 等. 三七浸膏真空带式干燥工艺研究[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(4): 385.
- [22] 黄子健. 黄芪胶囊真空干燥工艺的研究[J]. 现代现代食品与医药杂志, 2007, 17(5): 46.
- [23] 范文成, 叶晓红, 韩月芝, 等. 连花清瘟胶囊醇提部分浸膏的带式真空干燥工艺优选[J]. 中国中药杂志, 2008, 33(24): 2980.
- [24] 殷竹龙, 朱国琼, 陈跃飞, 等. 带式真空干燥技术在穿心莲浸膏干燥中的应用[J]. 现代中药研究与实践, 2007, 21(6): 57.

[责任编辑 全燕]