

昭通产乌天麻的变温干燥工艺研究

葛 进^{1,2}, 刘大会³, 崔秀明^{1,2}, 代 超⁴, 杨 野^{1,2*}

1. 昆明理工大学生命科学与技术学院, 云南 昆明 650500

2. 昆明市道地药材可持续发展利用重点实验室, 云南 昆明 650500

3. 云南省农业科学院药用植物研究所, 云南 昆明 650231

4. 彝良县小草坝野生天麻开发有限公司, 云南 昭通 657000

摘 要: 目的 杜绝昭通产乌天麻 *Gastrodia elata* 传统干燥方式引发的硫超标问题并进一步提高干燥效率。方法 从不同断生时间及干燥参数对昭通产乌天麻药材外观、内在质量影响的角度探究了适应现代化加工设备的乌天麻干燥工艺。结果 二级鲜乌天麻在 95 ℃ 下蒸制 4 min 即可完成断生; 最优干燥工艺为乌天麻在蒸制后室温下摆放 12 h 自然挥干表面水分再进行干燥, 初始温度为 30 ℃, 1 d 后每 12 小时升 2 ℃ 直至 40 ℃, 再以每 12 小时升 5 ℃ 的速度至 60 ℃, 直至乌天麻干燥, 共耗时 6 d。经该工艺干燥后的乌天麻外观呈浅褐色, 整体形变小, 表皮褶皱浅, 厚重, 无空心, 天麻素量为 0.93%, 可溶性浸出物量为 20.1%, 总灰分为 2.65%, 各项指标均符合《中国药典》2010 年版要求。结论 该干燥工艺适用于现代化加工设备, 在保障乌天麻外观质量的同时可提高内在质量, 并杜绝使用硫磺, 有效提高生产效率和安全性, 适宜在昭通地区乌天麻干燥中推广应用。

关键词: 天麻; 蒸制; 变温干燥; 天麻素; 质量控制

中图分类号: R283.1 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2015)24-3675-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2015.24.011

Research on variable-temperature drying process of Zhaotong *Gastrodia elata* Bl. f. *glauca* S. Chow

GE Jin^{1,2}, LIU Da-hui³, CUI Xiu-ming^{1,2}, DAI Chao⁴, YANG Ye^{1,2}

1. Faculty of Life Science and Technology, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China

2. Kunming Key Laboratory of Sustainable Development and Utilization of Famous-Region Drug, Kunming 650500, China

3. Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agriculture Science, Kunming 650231, China

4. Yiliang County Xiaocaoba Wild Gastrodiaelata Development Co., Ltd., Zhaotong 657000, China

Abstract: Objective To put an end to events of sulfur content over-standard in Zhaotong *Gastrodia elata* Bl. f. *glauca* S. Chow (ZGE) and to improve the drying efficiency. **Methods** Effects of steaming time and drying parameters on phenomenal and quality characteristics of ZGE were investigated. Drying process of ZGE adapt to modern process equipment was explored. **Results** Optimal steaming time for second grade fresh ZGE was 4 min under 95 ℃. Suitable drying process parameters were as follows: ZGE was natural cooling at room temperature for 12 h after steamed. ZGE was drying at 30 ℃ for 1 d, and then the temperature was raised with the speed of 2 ℃/12 h to 40 ℃. Then with the speed of 5 ℃/12 h until to 60 ℃, all the work can be stopped until the ZGE was dried completely. It totally took about 6 d. ZGE appeared light brown and less deformation, and the fold was shallow, without hollow. The content of gastrodin was 0.93%, soluble extract content was 20.1%, and the content of total ash was 2.65%. All quality indexes were corresponded to the standard of *Chinese Pharmacopoeia* 2010. **Conclusion** Drying process of ZGE was applied to modern processing equipment. It can not only guarantee the phenomenal but also the quality of ZGE. Meanwhile, it can improve the production efficiency and was suited to demonstrate and extend in Zhaotong region.

Key words: *Gastrodia elata* BL.; steam; variable-temperature drying; gastrodin; quality control

收稿日期: 2015-05-11

基金项目: 国家科技支撑计划 (2013BAK13B04); 云南省科技计划联合支持国家项目 (2014GA006); 云南省科技计划重点项目 (2012CG022); 昆明理工大学分析测试基金项目 (20140743)

作者简介: 葛 进 (1991—), 女, 云南昭通人, 硕士研究生, 主要从事中药营养生理方面的研究。

*通信作者 杨 野 Tel: 18387156001 E-mail: yangyekm@163.com

天麻为兰科植物天麻 *Gastrodia elata* BL. 的干燥块茎, 是名贵中药材。其具有息风止痉、平抑肝阳、祛风通络之功效, 常用于小儿惊风、癫痫抽搐、破伤风、头痛眩晕、手足不遂、肢体麻木、风湿痹痛^[1]。昭通是天麻道地产区, 其所产乌天麻 *Gastrodia elata* BL. f. *glauca* S. Chow (天麻变型之一) 因质量优良而闻名遐迩^[2]。近年来, 昭通地区天麻种植面积已近 4 000 hm², 麻农总数逾 10 万人, 天麻产业已成为昭通市重要经济支柱。但随着昭通天麻种植面积和规模不断扩大, 鲜天麻原产地初加工能力不足和初加工技术落后逐步成为限制产业发展和提升的“瓶颈”问题之一。

昭通产天麻在干燥过程中存在的主要问题体现在如下 4 方面。一是天麻中硫残留量较高。近年来随着中药材硫污染问题越来越受重视^[3-4], 人为熏硫现象已基本杜绝。但由于昭通地区麻农普遍采用以室内燃烧的小煤炉为热源, 热烟气直接干燥天麻的方式, 烟气中硫化物极易与天麻表面水汽结合, 造成硫残留量超标。二是天麻干燥过程现代化程度低, 干燥方式原始, 耗时较长 (40~50 d), 且由于需回潮、定型等多个环节, 因此耗费大量人力, 干燥效率较低。三是由于缺乏相关干燥设备, 天麻在干燥过程中温度、湿度变幅大, 因而加工出的天麻质量不一, 严重影响天麻药材内在质量。四是昭通地区尚无针对昭通产天麻的统一干燥工艺, 麻农均依照自己经验进行干燥, 造成干燥的天麻质量存在较大差异。因此, 引进先进设备并提供与之配套的干燥工艺对保障天麻质量、提高生产效率意义重大。

昭通产天麻干燥技术已有众多有益探索, 利用现有的干燥设备和技术也形成了一定的干燥工艺。如李德勋^[5]优化了天麻的蒸制工艺, 刘泊远等^[6]对热风干燥工艺进行了细致研究, 毕荣璐等^[7]认为微波干燥后天麻素和天麻苷元的量最高。这些先进技术和设备对革新昭通地区天麻干燥工艺发挥了重要作用。然而, 其也存在一定不足。首先缺乏针对大型现代化设备的干燥技术开发。当前技术研究均以探究为目的的小试, 其放大生产效果难以预料。其次, 研究设备难以在生产中推广应用。如微波干燥和真空冷冻干燥设备投资大, 小微企业和农户不能承担生产设备的一次性投入, 因而很难在生产实际中推广应用。因此, 引进投资少、效率高、易操作的现代化干燥设备及与之配套的天麻干燥工艺迫在眉睫。

天麻在干燥前通常需要断生, 该过程有煮制和蒸制 2 种主要方式。由于天麻素及多糖等成分具有较好的水溶性, 煮制天麻的天麻素的量显著低于蒸制天麻^[8]。因此, 本研究将蒸制作为断生手段。目前, 天麻生产中常用的干燥方法有日晒干燥、真空干燥、冷冻干燥、真空冷冻干燥、微波干燥和燃煤直接热辐射干燥等方法, 上述方法各具优缺点。如日晒干燥天麻投资少, 但外观较差, 干燥过程中由于水分散失慢, 易霉变, 从而导致天麻的商品率降低^[6]; 与日晒干燥法相比, 真空干燥、冷冻干燥、真空冷冻干燥和微波干燥天麻的外观和内在质量均较好^[9], 但干燥设备复杂, 一次投入高, 存在中小企业推行困难的问题。

干燥温度等对天麻素质量具有显著影响。李德勋等^[5]研究发现 80 °C 下干燥的天麻素的量显著高于 50~60 °C 下干燥的天麻。袁晓^[10]发现 125 °C 下干燥的天麻素的量显著高于 60 °C 下干燥的天麻。虽然两者研究结果不同, 但足以证明干燥温度对天麻素的量具有显著影响。

综上所述, 为杜绝天麻传统干燥方式引发的硫超标问题及进一步提高天麻干燥效率, 本研究利用现代化的药材蒸制、干燥设备, 从蒸制和干燥条件角度探讨了不同加工条件下乌天麻质量特征, 以期对昭通产天麻的产地加工奠定理论和实践基础。

1 仪器与材料

蒸制设备为 ZG500 电热式中药材蒸煮锅 (上海博迅实业有限公司医疗设备厂), 干燥设备为 HDS-D180B-D 电热式中药材烘干机 (辽宁海帝升机械有限公司)。

天麻素对照品 (批号 110807-200205, 质量分数为 98.86%), 购于中国食品药品检定研究院; 实验材料为二级天麻 (质量 100~150 g), 由彝良县小草坝野生天麻开发有限公司提供, 种植基地经纬度 E104°15', N27°46', 市售燃煤热辐射干燥的昭通小草坝乌天麻购于 3 个加工点, 所有样品经云南省农业科学院药用植物研究所刘大会博士鉴定为昭通乌天麻 *Gastrodia elata* BL. f. *glauca* S. Chow 的块茎。

2 方法与结果

2.1 蒸制时间对乌天麻断生程度影响

由于天麻素具有较好的水溶性, 多项研究结果均表明蒸制断生天麻的天麻素的量显著高于煮制断生^[8], 因此本实验采用蒸制方式对乌天麻进行断生。不同于传统的以燃煤作为热源的家蒸锅, 本研究

所使用的药材蒸煮机具有密封性好、加热快的特点。因此,传统蒸锅的蒸制参数(蒸制时间)无法应用于该蒸制设备,需重新探索。本实验主要在 95 °C 下对乌天麻分别蒸制 2、3、4 min。采用该温度主要是由于昆明地区平均海拔 1 895 m,水温最高仅能达到 95 °C。乌天麻蒸制结束后,将其卷入纸筒中对太阳光进行观察,同时还对其进行横切,观察透心程度。

不同蒸制时间对乌天麻断生程度的影响见图 1。95 °C 蒸制 2 min 后,对光观察未发现明亮的散射光(图 1-A1);将其从中间剖开,可见其内有 2 个不同颜色的环形圈,直径各占 1/2;外圈断面呈暗白色,内圈呈亮白色,说明该条件下乌天麻已有一半蒸熟断生(图 1-B1)。95 °C 蒸制 3 min 后,乌天麻体内略通透(图 1-A2),断面暗白色与亮白色直径比约为 3:1(图 1-B2),说明断生程度随着时间的延长而增加。95 °C 蒸制 4 min 后,麻体通透、光亮(图 1-A3),断面均呈暗白色,颜色均匀,无白心(图 1-B3),说明此时乌天麻已全部蒸透,断生彻底。可见,乌天麻在 95 °C 下蒸制 4 min 即可完成断生,故本实验中所有断生操作均按此条件进行。

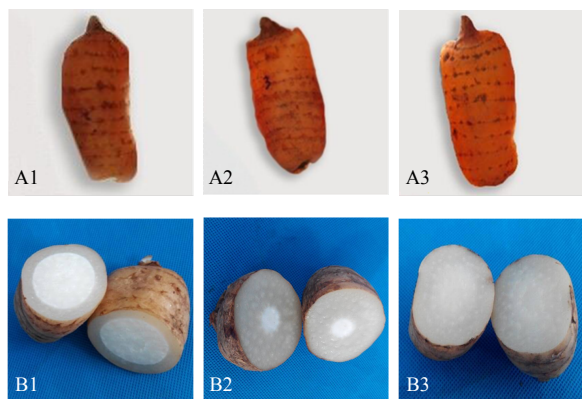


图 1 95 °C 下不同蒸制时间对乌天麻影响

Fig. 1 Effect of different steaming time on ZGE under 95 °C

2.2 干燥工艺设置与指标检测方法

2.2.1 工艺设置 本实验如下 5 个工艺,1 步恒温干燥工艺(工艺 1): 80 °C 恒温干燥;2 步快速升温干燥工艺(工艺 2): 40 °C 恒温干燥 12 h, 60 °C 干燥;3 步缓慢升温干燥工艺(工艺 3): 40 °C 干燥 48 h,然后以每 12 小时升 2 °C 的速率升温至 50 °C,直至干燥;4 步缓慢升温干燥工艺(工艺 4): 30 °C 干燥 24 h,然后以每 12 小时升 2 °C 的速率升温至 40 °C,再以每 12 小时升 5 °C 的速率升温至 60 °C 直

至干燥;4 步缓慢升温干燥工艺(改进)(工艺 5): 蒸制后乌天麻在室温下晾置 12 h,至表皮干燥,再按工艺 4 进行干燥。

2.2.2 干基含水率检测方法 湿物质质量与干物质质量之比的百分率称为干基含水率(g/g),计算方法为干基含水率=湿天麻质量/绝干天麻质量。

2.2.3 干燥速率检测方法 干燥速率即单位时间内蒸发的水分量^[11],计算公式为 $V_t = (M_t - M_{t-1}) / \Delta t$,式中 V_t 为 t 时刻样品干燥速率 $[(g \cdot kg^{-1})/d]$, M_t 、 M_{t-1} 分别为 t 、 $t-1$ 时刻样品干基含水率(g/kg), Δt 为时间间隔(d)。

2.2.4 天麻素定量测定方法 天麻素按《中国药典》2010 年版方法测定。

(1) 对照品溶液的制备: 取天麻素对照品适量,精密称定,加流动相制成含天麻素 100 $\mu g/mL$ 的溶液,即得。

(2) 供试品溶液的制备: 取本品粉末(过 3 号筛)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,取滤液,即得,平行 3 次。

(3) 色谱条件: 采用 HPLC 测定天麻素,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 1.0 mL/min,进样量为 10 μL ,柱温为室温。

(4) 线性关系考察: 将对照品溶液分别稀释为含天麻素 0.5、1、5、10、25、50、100 $\mu g/mL$ 的系列对照品溶液,分别精密量取 10 μL ,注入高效液相色谱仪,记录峰面积,以溶液质量浓度为横坐标(X),峰面积积分值为纵坐标(Y),建立平面直角坐标系,计算回归方程和 R 值,结果标准回归方程为 $Y = 13\,370 X + 826.51$, $R^2 = 0.999\,9$,线性范围在 0.5~100 $\mu g/mL$ 。

(5) 样品的测定: 取供试品溶液 5~10 μL ,注入液相色谱仪,测定,即得峰面积,求得供试品中天麻素的量,计算平均质量分数。

2.2.5 二氧化硫的测定 二氧化硫测定参照《中国药典》2010 年版第一部附录 IX U,二氧化硫残留测定法,平行 3 次。

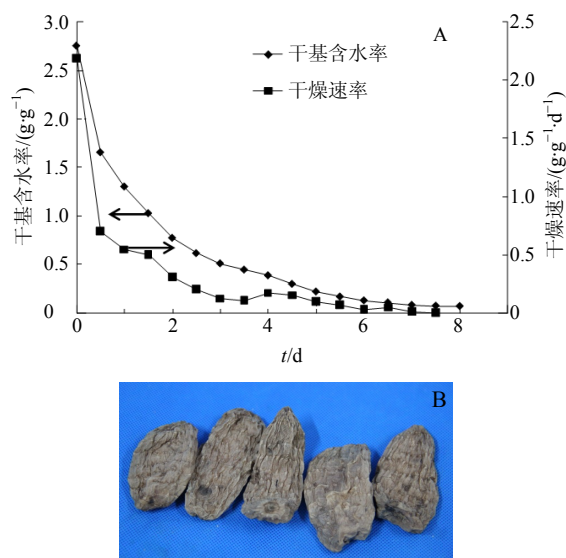
2.2.6 总灰分量的测定 取供试品 2~3 g,混合均

匀,置炽灼至恒定质量的坩埚中,称定质量,放电炉上小火缓缓炽热,至完全碳化,放入高温电炉中,温度逐渐升高至 500~600 ℃,炽灼 5 h,使完全灰化并至恒定质量。根据残渣质量,计算供试品中总灰分量。3 次平行试验。

2.2.7 可溶性浸出物量的测定 精密称定供试品 2.0 g,置 250 mL 锥形瓶中,加 50%乙醇 50 mL,密塞,称定质量,静置 1 h 后,连接回流管,加热至沸腾,并保持微沸 1 h。放冷后,取下锥形瓶,密塞,再称定质量,用 50%乙醇补足损失的质量,摇匀,用干燥器滤过。精密量取滤液 10 mL,置已干燥至恒定质量的蒸发皿中,在水浴锅上蒸干后,于 105 ℃干燥 5 h,置干燥器中冷却 30 min,迅速精密称定质量。3 次平行试验。

2.3 不同干燥工艺对乌天麻外观形态、干基含水率及干燥速率影响

2.3.1 1 步恒温干燥 1 步恒温干燥法下乌天麻的干基含水率和干燥速率变化如图 2-A 所示。可见,其达到安全含水率(15%)的时间为 5.5 d。乌天麻干燥过程中干燥速率呈持续下降趋势,总体上表现为 0~0.5 d 最快,0.5~3.5 d 速度变缓,4 d 后缓慢。该工艺下乌天麻的外观形态如图 2-B 所示。可见其整体形变显著,表现为发生纵向不规则垛叠;表皮呈灰白色,皱缩,粗糙,环纹处现不规则黑斑;内部空心。该干燥工艺下干燥时间虽显著低于热烟气



A-乌天麻干基含水率和干燥速率曲线 B-干燥乌天麻外观形态,下图同
A-dry base moisture content and drying rate curve of *G. elata*
B-appearance of dried *G. elata*, same as below

图2 1步恒温干燥

Fig. 2 One step drying with constant temperature

直接干燥法,但乌天麻外观形态不能满足市场要求。

2.3.2 2 步快速升温干燥 2 步快速升温干燥乌天麻的干基含水率和干燥速率变化如图 3-A 所示。可见,其达到安全含水率(15%)的时间为 5.5 d。乌天麻干燥过程中干燥速率呈持续下降趋势,表现为 0~0.5 d 较慢,0.5~3.5 d 快速下降,3.5~5.0 d 速度变缓,5.0 d 以后趋于平稳。该工艺下干燥的乌天麻外观形态如图 3-B 所示。与 1 步恒温干燥相比,乌天麻整体形变程度减轻,表现为纵向不规则垛叠减少;但表皮仍呈灰白色皱缩、粗糙;环纹处和表皮垛叠后形成的凹陷处亦可见黑斑。该干燥方法虽对乌天麻外观形态有所改善,但仍无法满足市场需求。同时也说明降低干燥温度可改善干燥乌天麻的外观形态。

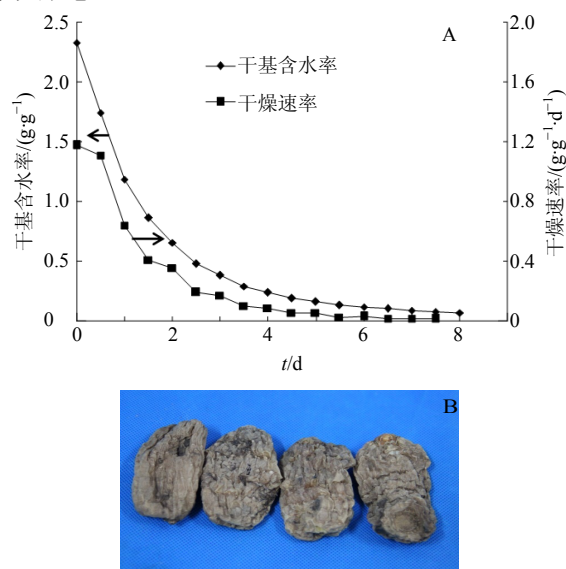


图3 2步快速升温干燥

Fig. 3 Two steps drying with temperature increasing rapidly

2.3.3 3 步缓慢升温干燥 3 步缓慢升温干燥法下乌天麻的干基含水率曲线、干燥速率曲线及温度曲线如图 4-A 所示。可见,乌天麻达到安全含水率(15%)的时间为 7 d,干燥速率呈持续下降趋势,0~1.5 d 快速降低,1.5~4.5 d 平稳变化中略有升降,4.5 d 后保持平稳的干燥速率略有降低。该工艺下乌天麻外观形态如图 4-B 所示。可见,该工艺下干燥的乌天麻的外观形态较 2 步快速升温干燥进一步改善。表现为整体形变程度进一步减轻,垛叠减少、均匀,纹路更为细致,黑斑减少。

2.3.4 4 步缓慢升温干燥 进一步降低了 3 步缓慢升温干燥的初始干燥温度,并延长了变温时间。该

工艺下乌天麻的干基含水率曲线和干燥速率曲线如图 5-A 所示。可见,乌天麻达到安全含水率(15%)的时间为 6.5 d,干燥速率呈持续下降趋势,表现为 0~0.5 d 快速降低,0.5~1.5 d 缓慢降低,1.5~5.5 d 后进入另一缓慢下降平台期,5.5 d 后趋于平稳,可见干燥速率曲线比 1 步恒温干燥、2 步快速升温干燥和 3 步缓慢升温干燥更为平缓。4 步缓慢升温干燥法下乌天麻外观形态如图 5-B 所示,其整体形变小,表面褶皱浅且均匀,环纹处黑斑消失。

2.3.5 4 步缓慢升温干燥(改进) 尽管本研究已多次降低起始干燥温度,但最初干燥阶段内的干燥

速率仍迅速降低,这可能是由于乌天麻经过蒸制断生后,在麻体表面和浅表层积蓄大量水,而且由于高温造成了细胞损伤,自由水更易扩散,因此即便在较低干燥温度下也会快速散失水分。故本实验又对 4 步缓慢升温干燥进行了改进,即在断生后于室温下摊晒 0.5 d,从而挥干麻体表面水分。该工艺下乌天麻的干基含水率曲线和干燥速率曲线如图 6-A 所示。可见,乌天麻干燥速率曲线呈缓慢下降趋势,未见急剧变化,达到安全含水率(15%)的时间为 6.0 d。该工艺下乌天麻整体形变微小,表面褶皱浅且细致均匀,质地坚硬;表面呈灰白色,较好的保存了芽基(图 6-B)。

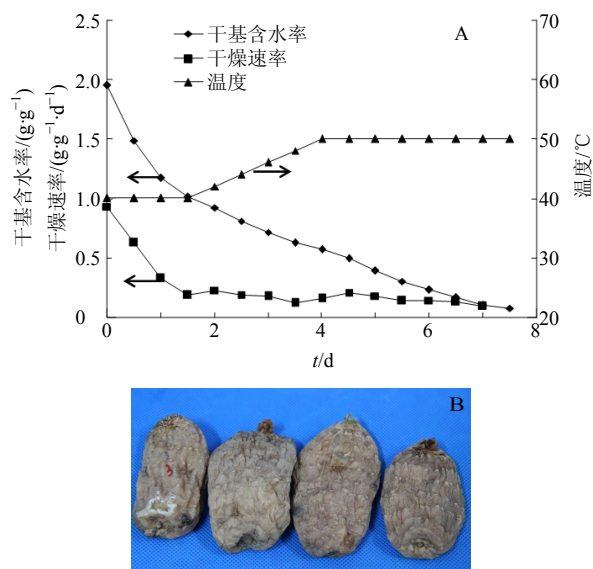


图 4 3 步缓慢升温干燥

Fig. 4 Three steps drying with temperature increasing slowly

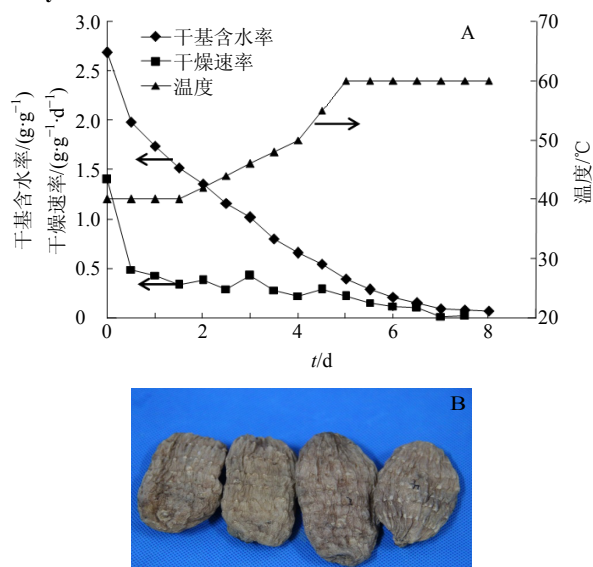


图 5 4 步缓慢升温干燥

Fig. 5 Four steps drying with temperature increasing slowly

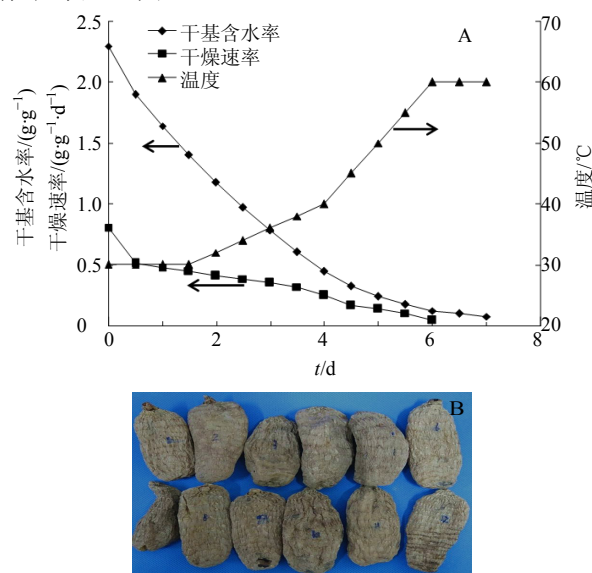


图 6 4 步缓慢升温干燥(改进)

Fig. 6 Four steps drying with temperature increasing slowly (improvement)

2.3.6 不同干燥工艺下干基含水率线性方程 不同干燥工艺下干基含水率线性方程分别为工艺 1: $Y = 209.74 e^{-0.018 X}$, $R^2 = 0.9906$; 工艺 2: $Y = 63.832 e^{-0.0147 X}$, $R^2 = 0.9503$; 工艺 3: $Y = 0.0046 X^2 - 1.7105 X + 171.03$, $R^2 = 0.9675$; 工艺 4: $Y = 0.0068 X^2 - 2.5311 X + 243.14$, $R^2 = 0.9877$; 工艺 5: $Y = -1.4699 X + 176.27$, $R^2 = 0.9731$ 。可见从工艺 1 至工艺 5,时间-干基含水率曲线从指数曲线(工艺 1 和工艺 2)变为多项式曲线(工艺 3 和工艺 4),再成为线性曲线(工艺 5),说明乌天麻的干基含水率变化程度随着时间的延长而逐渐减小。

2.4 不同干燥工艺对乌天麻质量影响

不同干燥工艺下乌天麻的天麻素量、可溶性浸出物、总灰分等量如表 1 所示。可见所有工艺条件

表1 不同干燥工艺下乌天麻品质指标 ($\bar{x} \pm s, n=3$)Table 1 Contents of quality indexes of *G. elata* under different drying processes ($\bar{x} \pm s, n=3$)

干燥方法	天麻素/%	二氧化硫/(mg·kg ⁻¹)	可溶性浸出物/%	总灰分/%
工艺1	0.42±0.03	未检出	13.50±0.53	2.44±0.13
工艺2	0.56±0.02	未检出	15.40±0.68	2.11±0.15
工艺3	0.70±0.02	未检出	17.80±0.49	2.32±0.10
工艺4	0.72±0.04	未检出	18.00±0.71	2.58±0.09
工艺5	0.93±0.03	未检出	20.10±0.77	2.65±0.08
小草坝市售乌天麻(燃煤热辐射干燥)	0.40±0.01	133±15	13.90±0.64	2.01±0.07
《中国药典》2010年版	≥0.20	暂未规定	≥10.00	≤10.00

下乌天麻的天麻素均满足《中国药典》2010年版要求,但各工艺之间存在显著差异,随着工艺的改进天麻素的量显著提高。5种工艺下天麻素的量分别为0.42%、0.56%、0.70%、0.72%、0.93%,分别为《中国药典》2010年版要求^[1]的2.10、2.80、3.50、3.60、4.70倍。5种干燥工艺下乌天麻的天麻素的量亦均显著高于市售天麻,分别为其1.05、1.40、1.75、1.80、2.30倍。各工艺间存在显著差异,表现为天麻素的量随工艺的改进而逐渐升高,工艺5天麻素的量分别为工艺1、2、3、4的2.21、1.66、1.33、1.29倍。

本研究采用了无硫干燥方式,其主要目的为杜绝天麻的硫污染。不同干燥工艺下天麻中硫残留量如表3所示。本研究中5种工艺下天麻中二氧化硫的量均未检出,而市售燃煤热辐射干燥的昭通小草坝乌天麻二氧化硫的量为132.6 mg/kg,说明本实验可杜绝硫污染,从而提高天麻品质。《中国药典》2010年版规定天麻中可溶性浸出物量应大于10.0%,本研究中5种工艺均可显著提高可溶性浸出物量,分别为《中国药典》2010年版要求的1.35、1.54、1.78、2.01倍,小草坝市售乌天麻的0.97、1.11、1.28、1.29、1.45倍。本研究中5种干燥工艺乌天麻的灰分量均符合《中国药典》2010年版要求,但高于小草坝市售乌天麻,5种工艺间无显著差异。可见,热风干燥乌天麻的天麻素的量显著高于市售燃煤直接热辐射干燥,其他指标亦符合《中国药典》2010年版要求,杜绝了硫污染。升温干燥工艺优于快速变温工艺,且蒸制后先常温晾干表皮水分再干燥优于直接干燥。

3 讨论

3.1 不同蒸制时间对乌天麻断生效果影响

天麻干燥前必须断生,该操作的主要目的是通

过高温使鲜天麻内的β-苷键酶失活,从而阻止天麻素被分解^[12]。因而,断生不够易导致β-苷键酶活性无法被完全抑制,从而加速天麻素的分解,但过度断生则易导致天麻素量降低^[13]。因此,适当断生对保障天麻品质极为重要。生产中通常采用蒸制、煮制、炒制和微波等断生手段。煮制会造成天麻素流失,炒制则会损伤天麻表皮,微波断生虽然在高效的同时又能保障质量,但因设备投入成本和运行成本较高而难以推广。综合比较,蒸制法断生具有操作简单、成本低廉、效果好、易于推广的优点。该方法的关键影响因素为蒸制时间和蒸制温度。昭通地区由于海拔相对较高(1 895 m),普通蒸锅所能达到的最大温度仅为95℃,因此本实验对该温度下的蒸制时间进行了考察。本研究表明昭通二级乌天麻蒸制4 min后即可完全断生。

3.2 不同干燥方法对乌天麻干燥速率及外观影响

燃煤直接热辐射干燥是昭通地区最常用的天麻干燥方式^[5],具有成本低、技术易于掌握、成品外观较好的优点,但也存在用工量大,硫残留量易超标的问题。因此,本研究针对昭通地区中小型天麻加工企业较多的现状,对适应现代化加工设备的天麻热风干燥技术进行了研究。干燥温度对天麻素的量具有显著影响,如李德勋等^[5]发现高温(80℃)烘干的天麻的天麻素的量是低温烘干下的1.25倍,故本试验首先采用高温烘干工艺(工艺1)。然而工作温度越高,空气相对湿度就越低,空气与物料之间的湿度差就越大,使得传热推动力(温度差)、传质推动力(湿度差)越大,热风干燥速度也就越快。因此工艺1干燥速率和干基含水率急剧下降,耗时相对较短。但正是由于高工作温度造成了物料表面温度升高过快,样品内部水分迁移速率小于表面汽化速率,导致麻体表面干燥速度显著高于内部,造

成其表面快速失水急剧形变、甚至褶皱^[14]。该工艺虽然提高了干燥效率,但极大地降低了乌天麻外观品质。

由此可见,降低干燥温度,缓慢升温减缓水分散失速率是改善乌天麻外观品质的有效途径。这是由于在天麻干燥的第一阶段,其浅表层和内部细胞之间的非结合水可快速传递到表面并散失;随着干燥的进行,细胞内部水分传递到表面的速度变缓,无法满足表面水分的快速蒸发,因而干燥速率也随之降低^[15];通过缓慢升温,可使天麻细胞内部的水分逐渐传递到表面,避免了表面急剧失水而造成的天麻表面硬结。降低温度是为缩小传质推动力,减缓水分散失速度,降低天麻的形变。因此温度由低到高,有利于天麻干燥速率的稳定,保持天麻整体形态。断生后于室温下摊晒12 h后再进行干燥,天麻体内大量水分可先自然散失,表皮失水变硬,再逐步升温失水可降低表皮形变。

对不同干燥工艺下时间-干基含水率进行拟合发现,不同工艺下曲线分别为不同的方程,总体上表现为随工艺的改进干基含水率变化程度随时间的变化逐渐减小。乌天麻内在质量亦随外观形态的改善而不断提升。所有工艺中以5号外观和内在质量最优。

由此可见,综合考虑资产投入、经济效益及乌天麻质量,建议昭通地区天麻干燥企业或个人引进现代化中药材加工设备,采用蒸制法断生,在工艺5基础上适当调整参数干燥乌天麻。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 程立君. 昭通天麻种子萌发菌的筛选 [J]. 安徽农业科学, 2009, 37(28): 13600-13602.
- [3] 赵四清. 熏硫加工对天麻饮片汤剂质量的影响 [J]. 湖南中医学院学报, 2005, 25(2): 25-26.
- [4] 蔡刚. 离子色谱法测定食品中二氧化硫的应用研究 [J]. 中国食品卫生杂志, 2012, 24(4): 338-341.
- [5] 李德勋. 天麻的传统炮制工艺调查和质量考察 [J]. 现代中药研究与实践, 2004, 18(4): 12-13.
- [6] 刘泊远. 天麻热风干燥试验分析 [J]. 湖南农机, 2014, 41(2): 35-37.
- [7] 毕荣璐. 不同炮制方法对天麻素及天麻苷元含量的影响 [J]. 云南中医学院学报, 2015, 38(1): 34-37.
- [8] 袁胜浩. 天麻中天麻素含量的影响因子研究 [J]. 云南植物研究, 2008, 30(1): 110-114.
- [9] 孙静. 不同炮制方法对天麻饮片中多糖含量影响的实验研究 [J]. 时珍国医国药, 2010, 21(11): 2773-2774.
- [10] 袁晓. RP-HPLC 法测定不同加工方法加工天麻中天麻素含量 [J]. 曲阜师范大学学报, 2004, 30(3): 79-81.
- [11] 郭徽. 云南三七主根干燥特性及其功效指标评价 [J]. 农业工程学报, 2014, 30(17): 305-313.
- [12] 刘毅. 天麻最佳炮制工艺的综合评分法研究 [J]. 时珍国医国药, 2009, 20(2): 378-379.
- [13] 李德勋. 正交试验法优选鲜天麻的蒸制干燥工艺 [J]. 现代中药研究与实践, 2006, 20(2): 56-57.
- [14] 张绪坤. 热风干燥热力学分析及典型物料干燥性能研究 [D]. 北京: 中国农业大学, 2005.
- [15] 刘清斌. 鲜萝卜条干燥特性与机理研究 [J]. 食品工业科技, 2004, 25(10): 66-68.