

干燥方法对何首乌块根中多元功效物质转化的影响

郭盛^{1,2}, 段金廛^{1*}, 吴达维¹, 刘培¹, 严辉¹, 钱大玮¹

1. 南京中医药大学 江苏省中药资源产业化过程协同创新中心, 江苏 南京 210023

2. 南京中医药大学 基础医学实验研究中心, 江苏 南京 210023

摘要: **目的** 研究不同干燥方法对何首乌药材中二苯乙烯苷类和蒽醌类活性成分转化的影响, 为何首乌药材产地干燥加工适宜方法的建立提供科学依据。 **方法** 以新鲜野生何首乌块根为材料, 分别采用阴干、晒干、烘干、冷冻干燥、微波干燥、远红外干燥 6 种干燥加工方法处理, 采用 HPLC 法同时测定经各种干燥方法制备的样品及不同烘干时间样品中二苯乙烯苷、游离型蒽醌类和结合型蒽醌类化学成分的量。 **结果** 经 6 种不同干燥方法处理的样品中, 二苯乙烯苷的量由高至低依次为晒干 > 远红外干燥 > 冷冻干燥 > 阴干 > 烘干 > 微波干燥; 阴干法和烘干法更适宜于结合型蒽醌类成分转化为游离型蒽醌类成分; 采用远红外干燥的样品, 其结合型蒽醌的量最高。主成分分析综合评价显示, 经远红外干燥法制备的何首乌药材其综合评价指数明显高于其他干燥方式。 **结论** 远红外干燥法为何首乌药材适宜的产地干燥加工方法。

关键词: 何首乌; 干燥方法; 干燥时间; 二苯乙烯苷; 蒽醌

中图分类号: R284.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)04-0498-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.04.009

Effect of drying method on transformation of bioactive constituents in *Polygoni Multiflora Radix*

GUO Sheng^{1,2}, DUAN Jin-ao¹, WU Da-wei¹, LIU Pei¹, YAN Hui¹, QIAN Da-wei¹

1. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Chinese Medicinal Resources Industrialization, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

2. Research Center of Basic Medical College, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China

Abstract: Objective To explore the effects of different drying methods on the transformation of bioactive constituents, such as stilbene glycosides and anthraquinones, in *Polygoni Multiflora Radix* (PMR), and to provide a scientific evidence for the suitable drying method for PMR. **Methods** Using crude PMR as materials, six drying methods including shade-drying, sun-drying, oven-drying, freeze-drying, microwave-drying, and far-infrared-drying were used to process the samples of PMR. HPLC was used to simultaneously determine the contents of stilbene glycosides, free and conjugated anthraquinones with different drying methods and drying time. **Results** The contents of stilbene glycosides in the samples processed with the above methods were as follows in descending order: sun-drying > far-infrared-drying > freeze-drying > shade-drying > oven-drying > microwave-drying; The shade-drying and sun-drying methods were more suitable for the conjugated anthraquinones transforming into the free ones and the contents of conjugated anthraquinones in the sample processed with far-infrared-drying method were the highest. The comprehensive evaluation index obtained with principal component analysis showed that the far-infrared-drying method is significantly higher than those with other drying methods for PMR. **Conclusion** Far-infrared-drying method is the suitable approach for the primary drying processing of PMR.

Key words: *Polygoni Multiflora Radix*; drying method; drying time; stilbene glycoside; anthraquinone

何首乌 (*Polygoni Multiflora Radix*, PMR) 为蓼科何首乌属植物何首乌 *Polygonum multiflorum* Thunb. 的干燥块根。其性微温, 味苦、甘、涩, 临床应用有生首乌和制首乌之别。生用具有解毒、消

收稿日期: 2013-09-26

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程资助项目 (ysxk-2010); 江苏省高校优秀科技创新团队-中药资源化学研究 (2011-2014)

作者简介: 郭盛, 男, 博士, 主要从事中药资源化学研究工作。Tel: (025)85811959 E-mail: guosheng@njutcm.edu.cn

*通信作者 段金廛 Tel: (025)85811116 E-mail: dja@njutcm.edu.cn

痛、截疟、润肠通便的功效,主要用于疮痈、瘰癧、风疹瘙痒、久疟体虚、肠燥便秘等症的治疗;制后则具有补肝肾、益精血、乌须发、强筋骨、化浊调脂的功效,常用于血虚萎黄、眩晕耳鸣、须发早白、腰膝酸软、肢体麻木、崩漏带下、高脂血症等。此外,何首乌干燥藤茎为常用中药首乌藤,具有养血安神、祛风通络之功效^[1]。现代研究表明,蒽醌类和二苯乙烯苷类化合物为何首乌的主要活性成分。其中蒽醌类化学成分又可分为游离型蒽醌类和结合型蒽醌类,具有解毒、消痈、润肠通便的作用,而二苯乙烯苷类化学成分则具有降低胆固醇和保肝作用^[2]。

药材产地干燥加工是药材生产与品质形成的重要环节,其间发生着化学成分间的相互转化等物理化学变化^[3]。关于何首乌的产地干燥加工方法,《中国药典》2010年版中规定何首乌“秋、冬二季叶枯萎时采挖,削去两端,洗净,个大的切成块,干燥”,未见具体干燥方法、干燥温度及设施要求。目前,何首乌产地干燥加工多采用烘干法。因何首乌块根粗大,其干燥过程存在耗时较长,且干燥程度不一等问题^[4]。近年来,微波干燥、远红外干燥、冷冻干燥等现代干燥技术逐渐应用于中药材产地干燥过程,并多具有干燥速度快、干燥效率高等优点。已有文献报道^[5]不同干燥方法对何首乌内在质量的影响,但多为考察不同烘干温度对其活性成分量的影响,尚未见基于不同干燥原理的干燥方法对其质量影响的比较研究。据此,本实验采用HPLC技术,通过比较不同干燥方法下何首乌药材中二苯乙烯苷类和蒽醌类化学成分量的变化,探讨干燥方法对其药材品质的影响,以期为何首乌药材产地适宜干燥加工方法的建立提供科学依据。

1 仪器与材料

Waters Alliance 2695 高效液相色谱仪, Waters 2998 型 PDA 检测器(美国 Waters 公司); Sartorius BT125 型电子天平(德国赛多利斯科学仪器有限公司); DHG—9626A 电热恒温鼓风干燥箱(杭州托普仪器有限公司); P70D20TL—D4 型微波炉(广东格兰仕电器有限公司); 70—1 型远红外干燥箱(上海申光仪器仪表有限公司); Labconco FreeZone 2.5 L 冷冻干燥机(美国 Labconco 公司); FW—415 型中药粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司); KH—500 DV 型超声波清洗器(昆山禾创超声仪器有限公司)。

对照品 2, 3, 5, 4'-四羟基二苯乙烯-2-O- β -D-葡萄糖苷(二苯乙烯苷, 批号 110844-200505)、大黄素甲醚(批号 110758-201013)、大黄素(批号 110756-200110)均购自中国食品药品检定研究院, 质量分数均>98%。实验用甲醇为色谱纯(德国默克公司), 水为超纯水, 其他溶剂均为分析纯。

何首乌样品为2012年9月采自江苏省南京市中山植物园, 经南京中医药大学江苏省中药资源产业化过程协同创新中心段金廌教授鉴定为蓼科植物何首乌 *Polygonum multiflorum* Thunb. 的块根, 凭证标本(JSZYXT-20120901)保存于南京中医药大学江苏省中药资源产业化过程协同创新中心。

2 方法与结果

2.1 不同干燥方法

取大小均一的鲜何首乌块根, 洗净后, 切成厚度为 3 cm 左右的厚片, 随机分为质量相近的 6 组, 每组 1 000 g, 分别按阴干(S1, 置于室内通风处放置至干, 每 3 小时翻动 1 次)、晒干(S2, 置于太阳房内通风处晾晒至干, 每 3 小时翻动 1 次)、烘干(S3, 置于 55 ℃ 恒温干燥箱中鼓风干燥, 每 2 小时翻动 1 次)、冷冻干燥(S4, 预冻 1 d, 在 -48 ℃ 条件, 于冷冻干燥机中冷冻至干)、微波干燥(S5, 置于托盘上, 微波中低火干燥)、远红外干燥(S6, 平铺于搪瓷盘中, 置远红外干燥箱中烘干) 6 种干燥加工方法处理, 至含水量约为 10% 时取出, 放冷, 密封。其中烘干法为每 2 小时取样 1 次, 直至其含水量至约 10%。

2.2 二苯乙烯苷及蒽醌类成分的测定

2.2.1 色谱条件 色谱柱为 Apollo C₁₈ 柱(250 mm×4.6 mm, 5 μ m); 以甲醇-0.2% 甲酸水溶液梯度洗脱: 0~20 min, 30%~50% 甲醇; 20~25 min, 50%~80% 甲醇; 25~35 min, 80%~100% 甲醇。体积流量 1 mL/min; 二苯乙烯苷检测波长为 320 nm, 大黄素及大黄素甲醚检测波长为 254 nm; 柱温 30 ℃; 进样量 20 μ L; 理论板数按大黄素色谱峰计算不低于 3 000。相应色谱图见图 1。

2.2.2 对照品溶液的制备 精密称取二苯乙烯苷、大黄素、大黄素甲醚对照品各适量, 加甲醇制成分别含二苯乙烯苷 400.5 μ g/mL、大黄素 19.99 μ g/mL、大黄素甲醚 12.65 μ g/mL 的混合对照品溶液。

2.2.3 线性关系考察 精密吸取混合对照品溶液 1、2、5、10、20、40 μ L 注入高效液相色谱仪, 按上述色谱条件测定峰面积。以进样量(X)对峰面

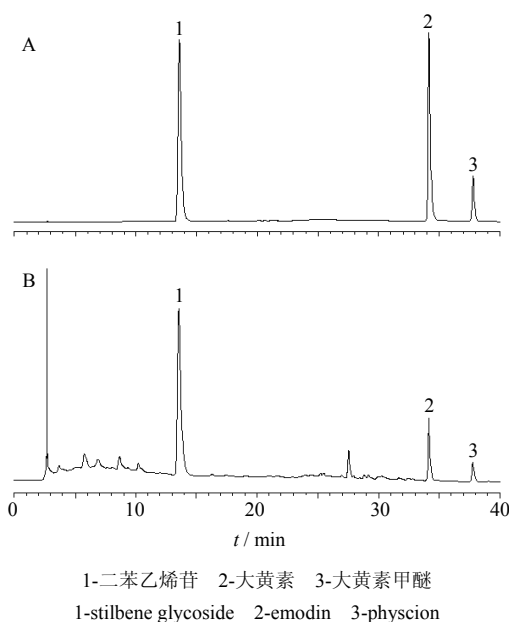


图1 混合对照品(A)和样品(晒干, B)的HPLC色谱图
Fig. 1 HPLC of mixed reference substances (A) and sample (sun-drying, B)

积分值(Y)进行回归处理,得回归方程:二苯乙烯苷 $Y=4\,062\,908X-176\,209$, $r=0.999\,9$; 大黄素 $Y=6\,318\,192X-2\,775$, $r=0.999\,7$; 大黄素甲醚 $Y=2\,237\,826X+1\,271$, $r=0.999\,7$; 表明二苯乙烯苷在 $0.401\sim16.020\,\mu\text{g}$ 、大黄素在 $0.020\sim0.800\,\mu\text{g}$ 、大黄素甲醚在 $0.012\,7\sim0.506\,0\,\mu\text{g}$ 线性关系良好。

2.2.4 供试品溶液的制备 取各经干燥处理的何首乌药材(粉碎过4号筛)约 $0.5\,\text{g}$,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入70%甲醇 $25\,\text{mL}$,称定质量,加热回流 $1\,\text{h}$,放冷,再称定质量,用70%甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液 $5\,\text{mL}$ 作为供试品溶液A(测定二苯乙烯苷和游离蒽醌用)。

另精密量取续滤液 $10\,\text{mL}$,置具塞锥形瓶中,加入 $2.0\,\text{mL}$ 浓盐酸,摇匀,水浴回流水解 $60\,\text{min}$,放冷,转移至 $25\,\text{mL}$ 量瓶中,加70%甲醇至刻度,摇匀,滤过,取续滤液,作为供试品溶液B(测定总蒽醌用)。

2.2.5 精密度、重复性和稳定性试验 精密吸取上述混合对照品溶液 $20\,\mu\text{L}$,按照“2.2.1”项下色谱条件连续进样6次,记录峰面积,即得二苯乙烯苷、大黄素及大黄素甲醚峰面积的RSD值,分别为 1.1% 、 1.0% 、 0.7% 。取晒干样品按照“2.2.4”项下供试品溶液的制备方法平行分别制备6份供试品溶液A及B,按“2.2.1”项下色谱条件测定,得到二苯乙烯苷、游离型大黄素及游离型大黄素甲醚质量

分数的RSD值分别为 1.8% 、 2.1% 、 1.9% ; 结合型大黄素及结合型大黄素甲醚质量分数(结合型蒽醌量=总蒽醌量-游离型蒽醌量)的RSD值分别为 2.4% 、 2.0% 。以上结果表明本方法精密度及重复性均良好。取重复性试验所得供试品溶液A及B各1份,在 0 、 4 、 8 、 12 、 16 、 20 、 $24\,\text{h}$,分别按“2.2.1”项下色谱条件进样测定,按峰面积计算,供试品溶液A中二苯乙烯苷、大黄素及大黄素甲醚峰面积的RSD值分别为 0.7% 、 1.2% 、 1.8% ,供试品溶液B中大黄素及大黄素甲醚峰面积的RSD值分别为 1.5% 、 1.8% ,表明供试品溶液A、B在 $24\,\text{h}$ 内稳定。

2.2.6 加样回收率试验 称取已测定的晒干何首乌细粉约 $0.5\,\text{g}$,精密称定,分别按样品中各成分量的 80% 、 100% 、 120% 精密加入二苯乙烯苷、大黄素及大黄素甲醚对照品,每一质量浓度平行3份,按“2.2.4”项下供试品溶液制备方法制备供试品溶液A及B,再按“2.2.1”项下色谱条件进样测定。供试品溶液A测得二苯乙烯苷、大黄素及大黄素甲醚的回收率分别为 101.8% 、 98.7% 、 99.5% ,RSD分别为 1.7% 、 2.1% 、 1.9% ; 供试品溶液B测得大黄素及大黄素甲醚的回收率分别为 97.3% 、 96.9% ,RSD分别为 2.6% 、 2.4% 。

2.2.7 样品测定 分别精密吸取对照品溶液和经不同干燥方法处理的样品供试品溶液各 $20\,\mu\text{L}$,注入液相色谱仪,记录二苯乙烯苷、大黄素及大黄素甲醚的峰面积,按外标法计算供试品中各成分的量,每个样品平行3次进样测定,以均值作为测定结果。其中,供试品溶液A所测得的蒽醌类成分的量为何首乌药材中游离型蒽醌类成分的量; 结合型蒽醌类成分的量=总蒽醌类成分的量(供试品溶液B)-游离型蒽醌类成分的量(供试品溶液A)。采用不同干燥方法干燥的何首乌样品中二苯乙烯苷和蒽醌类成分的量测定结果见表1、图2; 由表1可见,不同干燥方法样品中二苯乙烯苷的量由高至低依次为 $S2>S6>S4>S1>S3>S5$; 不同干燥方法样品中,游离型蒽醌类成分大黄素和大黄素甲醚均以S1法最高, S3法次之,其量显著高于其他干燥方法; 而结合型蒽醌类成分则以S1法最低, S3法次之。本研究还显示,采用S4法和S5法制备的样品其游离型蒽醌类成分总量和总蒽醌的量均显著低于其他样品(图2)。

不同干燥时间样品中二苯乙烯苷和蒽醌类成分的量测定结果显示,二苯乙烯苷及蒽醌类成分的量

表 1 不同干燥方法何首乌样品中活性成分的量 ($n=3$)

Table 1 Contents of bioactive constituents in PMR samples processed with different drying methods ($n=3$)

干燥方法	二苯乙烯苷 / (mg·mL ⁻¹)	游离型蒽醌 / (mg·mL ⁻¹)			结合型蒽醌 / (mg·mL ⁻¹)		
		大黄素	大黄素甲醚	总量	大黄素	大黄素甲醚	总量
S1	31.92	0.439 9	0.408 7	0.848 6	0.343 0	0.124 0	0.467 0
S2	36.65	0.175 0	0.169 9	0.344 9	0.554 4	0.218 4	0.772 7
S3	30.10	0.410 0	0.323 2	0.733 1	0.440 7	0.149 0	0.589 7
S4	32.53	0.040 2	0.123 8	0.164 0	0.646 6	0.244 0	0.890 5
S5	29.66	0.141 0	0.066 4	0.207 4	0.491 5	0.353 4	0.844 9
S6	34.23	0.157 2	0.143 1	0.300 3	0.667 9	0.370 4	1.038 3

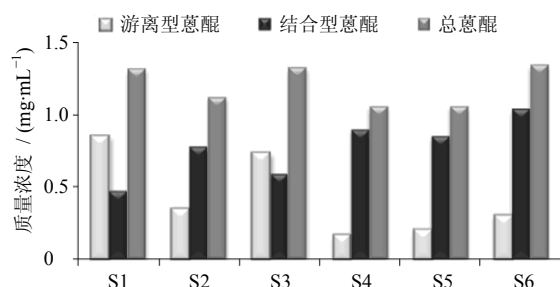


图 2 不同干燥法何首乌样品中不同类型蒽醌类成分的量

Fig. 2 Contents of anthraquinones in PMR samples processed with different drying methods

在干燥 0~4 h 均显著下降;至干燥 10~14 h 时其量略有上升 (图 3)。

2.2.8 不同干燥方法的综合评价 采用 SPSS 16.0 统计软件,以二苯乙烯苷和蒽醌类成分的量与对应的组别组成矩阵,对不同干燥方法样品测定结果进

行主成分分析,选取特征值大于 1 的主成分,以其因子得分与方差贡献率乘积之和相加,得出各类成分总因子得分值,以得分值 F 大小评价各方法的优劣。结果显示,前 2 个主成分的特征值均大于 1,并由各因子载荷矩阵 (表 2) 可知,蒽醌类成分在主成分 1 上有较高载荷,而二苯乙烯苷则主成分 2 上有较高载荷,表明主成分 1 主要反映蒽醌类成分的信息,而主成分 2 主要反映二苯乙烯苷的信息,且 2 个主成分的累积贡献率达 91.11%,能够客观地反映何首乌药材的内在质量,故选用前 2 个主成分对不同干燥方法的何首乌药材质量进行综合评价,其综合评价函数为 $F=0.704\ 32f_1+0.206\ 78f_2$,其中 F 为综合得分, f_1 为主成 1, f_2 为主成分 2。经不同干燥方法处理所得样品的 F 计算结果见表 3。由表 3 可知,经远红外干燥法干燥的何首乌药材其综合评价指数显著高于其他干燥方式,表明就二苯乙

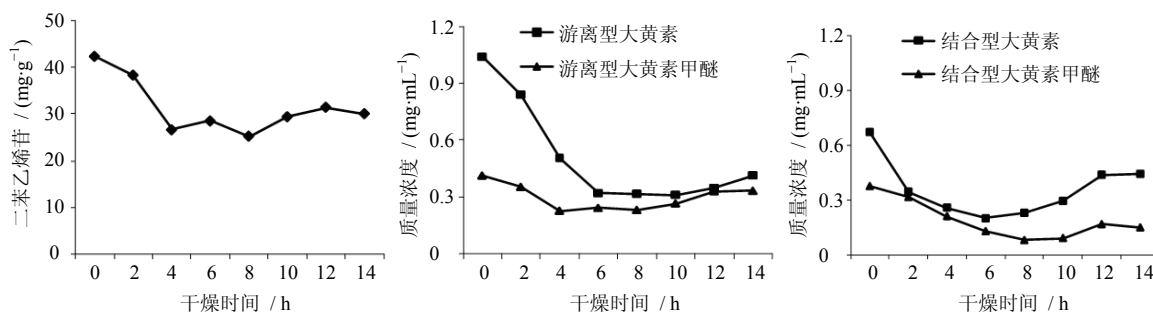


图 3 不同烘干时间何首乌样品中活性成分量的变化

Fig. 3 Contents variation of bioactive constituents in PMR samples processed with different drying times

表 2 何首乌药材中各活性成分因子载荷矩阵

Table 2 Component matrix of bioactive constituents in PMR

主成分	二苯乙烯苷	蒽醌类成分			
		游离型大黄素	游离型大黄素甲醚	结合型大黄素	结合型大黄素甲醚
PC1	0.374	-0.956	-0.945	0.914	0.860
PC2	0.908	0.021	0.238	0.207	-0.330

表3 何首乌药材不同干燥方法的主成分因子
及品质综合评价

Table 3 Principal component factors and evaluated results
by different drying methods for PMR

干燥方法	f_1	f_2	F
S6	0.920 7	0.288 9	0.708 2
S2	0.333 3	1.442 4	0.533 0
S4	0.742 2	0.032 1	0.529 4
S5	0.511 0	-1.609 0	0.027 2
S3	-1.046 1	-0.419 5	-0.823 5
S1	-1.461 2	0.265 1	-0.974 3

烯苷和蒽醌类成分而言,该干燥方法优于其他方法,更适宜于何首乌药材的干燥加工。

3 讨论

3.1 定量测定方法的建立

现有文献报道何首乌中二苯乙烯苷和蒽醌类成分的测定,多为两类成分分别进行供试品溶液制备及色谱分离^[1,5],分析时间较长且操作繁琐。据此,本研究参照文献方法^[6]优化了以同一种供试品溶液制备方法在同一色谱条件下同时测定何首乌药材中以上2类成分的HPLC定量测定方法,结果表明在40 min内可实现同时测定以上2类化合物,且经系统适应性实验证实该方法可行。

3.2 不同干燥方法对二苯乙烯苷类和蒽醌类成分量的影响

3.2.1 对二苯乙烯苷类成分的影响 二苯乙烯苷类成分是何首乌药材中含有的两大类具有多种生物活性,且与其补益功效密切相关的活性成分,其中以2, 3, 5, 4'-四羟基二苯乙烯-2-O- β -D-葡萄糖苷的量较高^[7]。因此本研究选择该化合物作为指标性成分,考察不同加工方法对何首乌药材中二苯乙烯苷类成分的影响。有文献报道二苯乙烯苷类成分热稳定性较差^[8],本研究显示烘干法及微波干燥法所制得的样品其二苯乙烯苷的量均较低,可能与其烘干过程中长时间加热或微波干燥过程中瞬时高温对二苯乙烯苷的破坏有关。晒干法制备的样品中二苯乙烯苷含量较高,初步推测可能与样品采收后,在光照及适宜温度条件下,何首乌新鲜药材中含有的可促使二苯乙烯苷合成的相关酶系活化,产生酶促效应使二苯乙烯苷的量增加。此外,所有样品二苯乙烯苷含量均高于《中国药典》2010年版对何首乌药材的限度(不得低于1%)规定。

3.2.2 对蒽醌类成分的影响 何首乌药材中含有的

蒽醌类成分可分为游离型蒽醌和结合型蒽醌。其中,游离型蒽醌类成分以大黄素和大黄素甲醚的量较高,结合型蒽醌类成分主要为大黄素和大黄素甲醚的葡萄糖苷衍生物。蒽醌类成分多具有抗菌、消炎、泻下等生物活性,目前认为是何首乌药材发挥解毒、消痈、润肠通便功效的主要物质基础,且认为结合型蒽醌类成分泻下通便作用强于游离型蒽醌类成分^[7]。本研究结果显示在不同干燥方法样品中,游离型蒽醌类成分大黄素和大黄素甲醚均以阴干法最高,烘干法次之,而结合型蒽醌类成分则以阴干法最低,烘干法次之,进一步证实了文献报道何首乌药材在干燥加工过程中,结合型蒽醌类成分可经酶水解转化为游离型蒽醌类成分的论述。且阴干法更适宜于转化进程,干燥过程所需时间较长,二者之间转化率更高,故表现为其结合型蒽醌类成分量最低,而游离型蒽醌类成分量最高。采用远红外干燥的样品,其结合型蒽醌的量最高,可能与远红外干燥过程中,干燥温度较高,抑制或杀灭了水解酶的活力,且干燥时间相对较短,使结合型蒽醌转化为游离型蒽醌的量较少有关。此外,有研究显示游离型蒽醌类成分多具有升华性,因此当采用冷冻干燥法干燥何首乌药材样品时,样品中含有的游离型蒽醌类成分可随水分一同升华,故而表现为其量显著低于其他样品。有文献报道,游离型蒽醌类成分热稳定性较差^[9],微波干燥过程中的瞬间高温可能会导致游离蒽醌类成分分解,或发生结构和状态的改变,从而致使其量下降。此外,本研究所测定的样品,除远红外干燥法制备的样品外,其余样品中结合型蒽醌类成分的量均低于《中国药典》2010年版何首乌药材项下的限度规定(不得低于0.1%),究其原因,可能与药材产地及采收期有关。

3.3 不同干燥时间二苯乙烯苷和蒽醌类成分量的变化

目前,何首乌产地干燥加工多采用烘干法,干燥温度多设置为50~60℃。为探讨何首乌干燥过程中活性成分的动态变化规律,本研究选择目前较为常用的烘干法,比较了何首乌药材中二苯乙烯苷类和蒽醌类成分在55℃条件下随干燥时间变化其量的动态变化情况。有研究显示,新鲜的药用生物组织器官在含水量较高的状态下,表现为呼吸作用、酶促反应、水解、氧化等一系列复杂的生物与化学反应^[10-11]。因未进行“杀青”处理,何首乌药材在干燥初期,其内部水分量较高,且温度较低,多种

酶系统处于高度活化状态,可促使其含有的二苯乙烯苷及蒽醌类活性成分发生转化,进而表现为质量分数快速下降;在烘制干燥后期,随着药材内部含水量的逐渐降低,促使其活性成分转化的酶系被抑制或失活,药材内部含有的活性成分的量变化平稳。此外,随着药材内部含水量逐渐降低,其细胞组织多皱缩、破裂,更易于活性成分的溶出,故可表现为其量略有上升。

3.4 不同干燥方法的综合评价

由于何首乌药材中各成分在不同干燥方式中变化不尽相同,故可利用综合评价法以确定适宜的产地干燥加工方法^[12]。综合评价结果显示,远红外干燥法优于其他方法,更适宜何首乌药材的干燥加工,且该干燥方法耗时较短、生产效率较高,可望作为何首乌药材产地干燥加工的主要方法进行推广;经阴干法和烘干法制备的何首乌药材其综合评价指数较低,表明就二苯乙烯苷和蒽醌类成分而言,以上2种干燥方法不适宜何首乌药材的产地干燥加工。前期研究显示,何首乌药材中的结合型蒽醌类成分可在干燥加工过程中转化为游离型蒽醌类成分,且以阴干法和烘干法转化率较高,而目前认为结合型蒽醌类成分的润肠通便作用强于游离型蒽醌类成分,该研究结果与本研究所显示的阴干法和烘干法不适宜何首乌药材的产地干燥加工结果具有一致性,且《中国药典》2010年版规定何首乌药材结合型蒽醌的量不得低于0.1%,因此,目前何首乌药材产地干燥以烘干法为主的干燥加工方式是否适宜尚有待进一步比较研究。

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 缙慧君, 张朝凤, 张 勉. 何首乌不同器官和组织中蒽醌和芪类化合物的分布 [J]. 中国野生植物资源, 2008, 27(2): 44-48.
- [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] 陈 虹. 何首乌产地加工中存在的问题 [J]. 中药材, 1990, 13(9): 27-28.
- [5] 刘振丽, 宋志前, 李淑莉. 何首乌净选加工、切制和干燥方法对化学成分的影响 [J]. 中草药, 2004, 35(4): 404-406.
- [6] 蔡丽芬, 钟国跃, 张 倩, 等. HPLC 测定不同生长年限及采收期何首乌中二苯乙烯苷和蒽醌类成分的含量 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(10): 1221-1225.
- [7] 罗瑞芝, 贾 伟, 赵利斌, 等. 何首乌研究进展 [J]. 中草药, 2005, 36(7): 1097-1100.
- [8] 徐绍新, 石召华, 向 阳, 等. 不同干燥工艺对何首乌提取物中二苯乙烯苷含量的影响 [J]. 中成药, 2007, 29(11): 1694-1695.
- [9] 唐文文, 李国琴, 宋平顺, 等. 大黄干燥方法研究 [J]. 中草药, 2013, 44(4): 424-429.
- [10] 段金廛, 宿树兰, 严 辉, 等. 药材初加工“发汗”过程及其酶促反应与化学转化机制探讨 [J]. 中草药, 2013, 44(10): 1219-1225.
- [11] 段金廛, 宿树兰, 严 辉, 等. 药材初加工“杀青”环节与药材品质形成的探讨 [J]. 中药材, 2011, 24(1): 1-6.
- [12] 段金廛, 严 辉, 钱大玮, 等. 药材适宜采收期综合评价模式的建立与实践 [J]. 中草药, 2010, 41(11): 1755-1760.