

不同干燥方式对穿山龙饮片提取动力学的影响

缪怡烨¹, 过科家¹, 王仁杰^{1*}, 成睿², 王凯玉¹, 陈盛君¹, 宋来辉¹, 钱笙¹
(1. 江阴天江药业有限公司, 江苏省中药配方颗粒制备与质量控制关键技术重点实验室, 江苏省中药配方颗粒工程技术中心, 江苏省中药配方颗粒工程研究中心, 江苏 江阴 214434; 2. 中国药科大学, 江苏 南京 210000)

摘要: **目的** 考察自然干燥、减压干燥、鼓风干燥对穿山龙饮片提取动力学的影响。**方法** 采用动力学模型对伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷提取规律进行拟合, 比较不同干燥方式下提取动力学差异, AHP-CRITIC 复合加权法进行综合评价。**结果** 不同干燥所得饮片形态不同。伪原薯蓣皂苷提取规律符合零级模型, 减压干燥时动力学拟合方程斜率最大; 薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷提取规律均符合 Weibull 模型, 自然干燥时动力学拟合方程斜率最大; 综合提取率符合 Higuchi 模型, 减压干燥时动力学拟合方程斜率最大, 提取效率最高。**结论** 减压干燥法更适用于穿山龙饮片的干燥, 可为其工业化生产提供参考。

关键词: 穿山龙; 饮片; 干燥方式; 提取动力学; 伪原薯蓣皂苷; 薯蓣皂苷; 纤细薯蓣皂苷; AHP-CRITIC 复合加权法
中图分类号: R969.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2025)10-3213-06
doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2025.10.006

Effects of different drying methods on extraction kinetics of *Dioscoreae nipponicae Rhizoma* decoction pieces

MIAO Yi-ye¹, GUO Ke-jia¹, WANG Ren-jie^{1*}, CHENG Rui², WANG Kai-yu¹, CHEN Sheng-jun¹, SONG Lai-hui¹, QIAN Sheng¹
(1. Jiangsu Provincial Key Laboratory for Preparation and Quality Control Key Technology of Traditional Chinese Medicine Formula Granules, Jiangsu Provincial Engineering Technology Center for Traditional Chinese Medicine Formula Granules, Jiangsu Provincial Engineering Research Center for Traditional Chinese Medicine Formula Granules, Jiangyin Tianjiang Pharmaceutical Co., Ltd., Jiangyin 214434, China; 2. China Pharmaceutical University, Nanjing 210000, China)

KEY WORDS: *Dioscoreae nipponicae Rhizoma*; decoction pieces; drying methods; extraction kinetics; pseudoprotodioscin; dioscin; gracillin; AHP-CRITIC composite weighting method

干燥是饮片炮制过程中的重要步骤^[1], 一方面, 会通过氧化、分解、聚合、水解、异构化等复杂反应引起活性成分种类、数量发生变化; 另一方面, 还会导致其微观组织结构及宏观整体结构发生显著差异, 继而影响到后续提取工序中饮片的润湿和溶剂向其内部的渗透、饮片内部溶质的溶解、溶质从内部向表面及溶液的扩散, 可能造成提取行为差异。提取动力学模型是定量考察中药成分溶出规律的基础, 有助于全面了解提取过程中其变化

情况^[2]。
穿山龙为薯蓣科植物穿龙薯蓣 *Dioscorea nipponica* Makino 的干燥根茎, 可用于治疗风湿痹病、关节肿胀、疼痛麻木、跌扑损伤、闪腰岔气、咳嗽气喘等症状^[3], 其活性成分以甾体皂苷类为主, 包括伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷等^[4-8]。2020 年版《中国药典》对穿山龙饮片的炮制过程规定为“除去杂质, 洗净, 润透, 切厚片, 干燥”, 但对其干燥方式没有明确要求。因此, 本

收稿日期: 2025-03-31
基金项目: 江苏省科技成果转化专项资金项目 (BA2021018)
作者简介: 缪怡烨 (1995—), 女, 硕士, 工艺研究员, 研究方向为中药配方颗粒。Tel: 15961605297, E-mail: 923199263@qq.com
* 通信作者: 王仁杰 (1988—), 男, 硕士, 副主任中药师, 研究方向为中药制药新技术及工艺过程控制。Tel: 15705130109, E-mail: wrj447320766@126.com

实验以出膏率及伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷转移率为评价指标,采用动力学模型分别考察自然干燥、减压干燥、鼓风干燥对穿山龙饮片提取规律的影响,筛选适宜的干燥方式,以期为该药材后续开发利用提供参考。

1 材料

1.1 仪器 Vanquish 型超高效液相色谱仪 [赛默飞世尔科技(中国)有限公司]; ME2040E 型电子天平 [万分之一,梅特勒托利多科技(中国)有限公司]; JJ500 型电子天平 (常熟市双杰测试仪器厂); ZNHW2000ML 型数显电热套 (郑州科泰实验设备有限公司); BPG-9156A 型精密鼓风干燥箱、DZF-6053 型干燥箱、HWS-28 型电热恒温水浴锅 (上海一恒科学仪器有限公司); SHZ-D (Ⅲ) 型循环水式泵 (巩义市予华仪器有限责任公司)。

1.2 试剂与药材 伪原薯蓣皂苷对照品 (批号 11855-202304, 纯度 96.6%) 购自中国食品药品检定研究院; 薯蓣皂苷 (批号 ST02650120MG, 纯度 98%)、纤细薯蓣皂苷 (批号 ST09390120MG, 纯度 98%) 对照品均购自上海诗丹德生物技术有限公司。穿山龙 (批号 1022202034, 产地辽宁铁岭) 经江阴天江药业有限公司唐波执业药师鉴定为薯蓣科植物穿龙薯蓣 *Dioscorea nipponica* Makino 的干燥根茎。乙腈 (批号 217032, 色谱纯) 购自赛默飞世尔科技(中国)有限公司; 95% 乙醇 (批号 20230323, 分析纯) 购自国药集团化学试剂有限公司; 纯水由 Milli-Q 实验室纯水系统自制。

2 方法

2.1 饮片制备 取药材适量,按直径大小归为 4 档,并按比例均匀分为 3 组,洗净、润透、切厚片后分别进行自然干燥、减压干燥、鼓风干燥。其中,自然干燥是在 20~30 ℃ 下晒干;由于大部分根及根茎类中药材一般宜在 60 ℃ 左右的温度下干燥^[9],结合干燥效率,最终确定减压干燥、鼓风干燥温度均为 60 ℃,直至药材所含水分不超过 12%,即得。

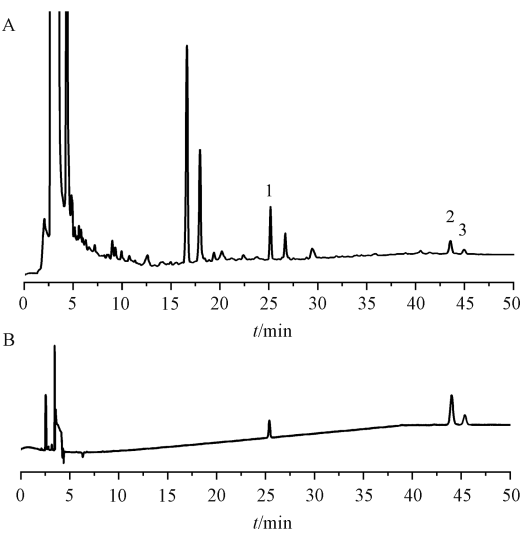
2.2 饮片提取 称取不同干燥方式制备的饮片各 150 g,置于圆底烧瓶中,加 3 000 mL 水浸泡 30 min 后加热回流,待药液开始沸腾时,于 5、10、15、20、25、30、40、50、60、75、90、105、120、140、160、180、210、240、300、360、420 min 各取 40 mL 提取液,流水冷却,并及时补加等体积热水。

2.3 含固量测定 精密量取提取液 20 mL,置于

恒重蒸发皿中,水浴蒸干,转移至 105 ℃ 烘箱中干燥 3 h,取出,置于干燥器中冷却 30 min,称定质量,计算含固量,公式为含固量 = $\frac{(M_1-M_0)}{20}$,其中 M_1 为干膏、蒸发皿总质量, M_0 为空蒸发皿总质量^[10]。

2.4 含量测定 采用 HPLC 法。

2.4.1 色谱条件 ZORBAX SB-Aq 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相乙腈-水,梯度洗脱 (0~10 min, 22%~27% 乙腈; 10~35 min, 27%~40% 乙腈; 35~45 min, 40% 乙腈; 45~50 min, 40%~80% 乙腈); 体积流量 0.8 mL/min; 柱温 30 ℃; 检测波长 203 nm; 进样量 10 μL, 色谱图见图 1。



注: A、B 分别为供试品、对照品。

1. 伪原薯蓣皂苷 2. 薯蓣皂苷 3. 纤细薯蓣皂苷
1. pseudoprotodioscin 2. dioscin 3. gracillin

图 1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

2.4.2 对照品溶液制备 精密称取各对照品适量, 50% 乙醇制成每 1 mL 分别含伪原薯蓣皂苷 98.53 μg、薯蓣皂苷 49.68 μg、纤细薯蓣皂苷 20.29 μg 的溶液, 摇匀, 即得。

2.4.3 供试品溶液制备 精密量取“2.2”项下不同取样时间点提取液各 5 mL, 置于 10 mL 量瓶中, 95% 乙醇定容至刻度, 摇匀, 离心, 过 0.22 μm 微孔滤膜, 即得。

2.5 方法学考察

2.5.1 线性关系考察 分别精密量取“2.4.2”项下对照品溶液 0.1、1、2、4、6、8、10 mL, 置于 10 mL 量瓶中, 50% 乙醇定容至刻度, 在“2.4.1”

项色谱条件下进样测定。以对照品质量浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y) 进行线性回归, 结果见表 1, 可知各成分在各自范围内线性关系良好。

表 1 各成分线性关系

Tab.1 Linear relationships of various constituents				
成分	回归方程	R ²	线性范围/(μg·mL ⁻¹)	
伪原薯蓣皂苷	Y=0.079 9X+0.002 8	0.999 6	0.99~98.53	
薯蓣皂苷	Y=0.054 4X-0.001 5	1	0.50~49.68	
纤细薯蓣皂苷	Y=0.064 7X-0.056 9	0.999 9	0.20~20.29	

2.5.2 精密度试验 取“2.4.2”项下对照品溶液适量, 在“2.4.1”项色谱条件下进样测定 6 次, 测得伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷峰面积 RSD 分别为 1.29%、1.16%、1.71%, 表明仪器精密度良好。

2.5.3 重复性试验 取提取液 6 份 (减压干燥法, 60 min), 按“2.4.3”项下方法制备供试品溶液, 在“2.4.1”项色谱条件下进样测定, 测得伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷含量 RSD 分别为 0.97%、1.27%、1.07%, 表明该方法重复性良好。

2.5.4 稳定性试验 取提取液 6 份 (减压干燥法, 60 min), 按“2.4.3”项下方法制备供试品溶液, 于 0、2、4、6、8、10、12、24 h 在“2.4.1”项色谱条件下进样测定, 测得伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷峰面积 RSD 分别为 1.18%、0.99%、1.23%, 表明溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.5.5 加样回收率试验 取各成分含量已知的提取液 (减压干燥法, 60 min) 适量, 加入等量对照品溶液, 按“2.4.3”项下方法制备供试品溶液, 在“2.4.1”项色谱条件下进样测定, 计算回收率。结果, 伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷平均加样回收率分别为 99.01%、98.55%、99.17%, RSD 分别为 1.24%、1.25%、0.90%。

3 结果

3.1 不同干燥方式对饮片性状的影响 根据传统的“辨状论质”思想^[11], 性状是对中药材质量最直观的评价指标, 也可侧面反映其内在品质^[12]。如图 2 所示, 自然干燥、减压干燥后, 饮片结构疏松, 内有空洞; 鼓风干燥后, 饮片木质部皱缩, 颜色加深, 内部结构紧实, 空洞较少, 但部分出现明显裂痕。

3.2 不同干燥方式对饮片提取行为的影响 计算提取累积含固量及薯蓣皂苷、伪原薯蓣皂苷、纤细



图 2 穿山龙饮片切面图

Fig.2 Cross-sectional images of Dioscoreae nipponicae Rhizoma decoction pieces

薯蓣皂苷累积含量, 以及其累积出膏率和累积转移率, 公式为 $X_{i\text{累积}} = X_1 + (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{i-1}) \times V_2 / V_1$ 、 $Y_1 = (X_{i\text{累积}} \times V_1) / M$ 、 $Y_2 = (X_{i\text{累积}} \times V_1) / (M \times N)$ 。其中, X_i 为各时间点所测含量或含固量, V_1 为溶出介质总体积, V_2 为每次取样体积^[13], Y_1 为累积出膏率, Y_2 为累积转移率, M 为饮片质量, N 为饮片含量。

3.2.1 累积出膏率 如图 3 所示, 随着提取时间延长, 3 种干燥方式下饮片提取累积出膏率均先升高后趋于平稳, 以自然干燥、减压干燥更高。

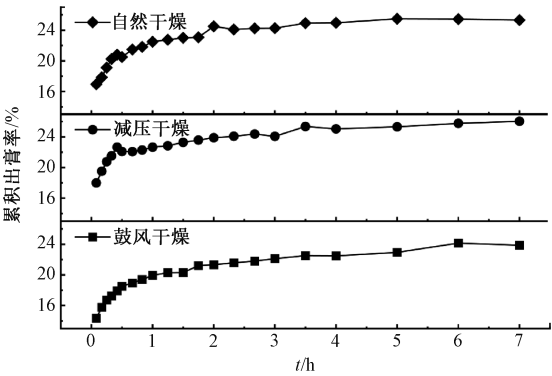


图 3 穿山龙饮片累积出膏率

Fig.3 Accumulative paste rates of Dioscoreae nipponicae Rhizoma decoction pieces

3.2.2 累积转移率及其提取动力学模型 分别测定伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷累积转移率, 结果见图 4~6。

再分别采用零级、一级、Weibull、Higuchi 模型对各成分累积转移率进行拟合, 结果见表 2~4。由表 2 可知, 3 种干燥方式下伪原薯蓣皂苷提取规律均符合零级模型, R^2 均大于 0.99, 其中减压干燥拟合方程斜率最大, 即提取效率最高。由表 3 可知, 3 种干燥方式下薯蓣皂苷提取规律均更符合 Weibull 模型, R^2 均大于 0.95, 其中自然干燥拟合方程斜率最大, 即提取效率最高。由表 4 可知, 3 种干燥下纤细薯蓣皂苷提取规律均符合 Weibull 模

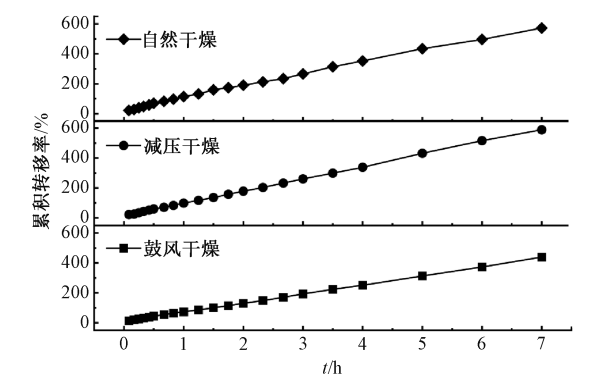


图 4 伪原薯蓣皂苷累积转移率

Fig. 4 Accumulative transfer rates of pseudoprotodioscin

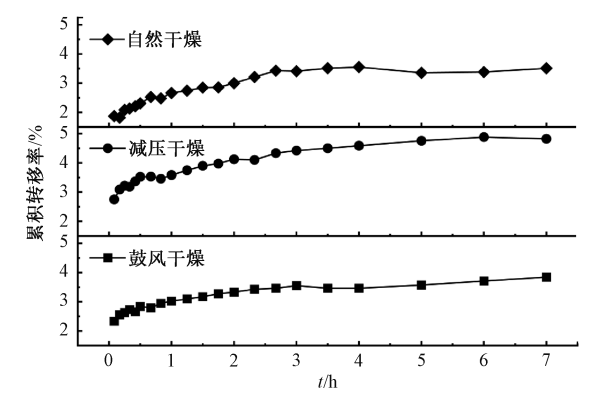


图 5 薯蓣皂苷累积转移率

Fig. 5 Accumulative transfer rates of dioscin

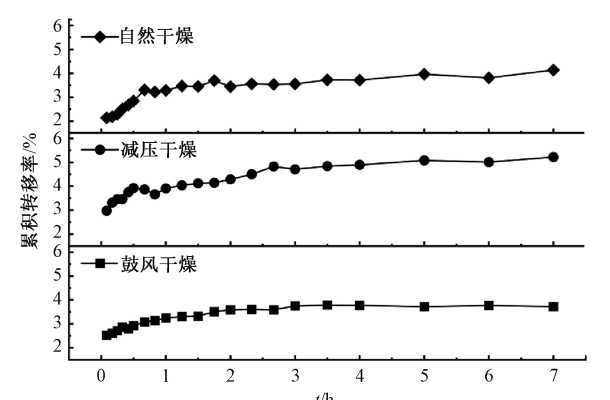


图 6 纤细薯蓣皂苷累积转移率

Fig. 6 Accumulative transfer rates of gracillin

型, R^2 均大于 0.91, 其中自然干燥拟合方程斜率最大, 即提取效率最高。

表 2 伪原薯蓣皂苷累积转移率拟合方程

Tab. 2 Fitting equations for accumulative transfer rate of pseudoprotodioscin

干燥方式	模型	回归方程	R^2
自然干燥		$Q=79.485\ 3t+28.090\ 8$	0.997 6
减压干燥	零级	$Q=82.401\ 8t+14.632\ 3$	0.999 6
鼓风干燥		$Q=60.548\ 2t+11.141\ 7$	0.999 7

注: Q 为累积转移率, t 为提取时间。

表 3 薯蓣皂苷累积转移率拟合方程

Tab. 3 Fitting equations for accumulative transfer rate of dioscin

干燥方式	模型	回归方程	R^2
自然干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.002\ 5t+4.582\ 0$	0.719 7
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.175\ 7\ln t-3.613\ 5$	0.952 6
	Higuchi	$Q=0.794\ 9t^{1/2}+1.782\ 9$	0.882 3
减压干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.003\ 0t+4.571\ 7$	0.862 4
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.133\ 4\ln t-3.261\ 6$	0.973 3
	Higuchi	$Q=0.892\ 5t^{1/2}+2.750\ 6$	0.966 7
鼓风干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.002\ 0t+4.577\ 4$	0.809 5
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.112\ 4\ln t-3.475\ 3$	0.978 8
	Higuchi	$Q=0.593\ 2t^{1/2}+2.374\ 4$	0.939 8

注: Q 为累积转移率, t 为提取时间。

表 4 纤细薯蓣皂苷累积转移率拟合方程

Tab. 4 Fitting equations for accumulative transfer rate of gracillin

干燥方式	模型	回归方程	R^2
自然干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.002\ 5t+4.577\ 1$	0.653 1
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.157\ 1\ln t-3.451\ 9$	0.919 9
	Higuchi	$Q=0.778\ 0t^{1/2}+2.263\ 8$	0.817 6
减压干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.003\ 1t+4.568\ 8$	0.835 9
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.127\ 2\ln t-3.185\ 4$	0.954 2
	Higuchi	$Q=0.908\ 6t^{1/2}+3.023\ 5$	0.940 9
鼓风干燥	一级	$\ln(1-Q)=-0.001\ 8t+4.575\ 4$	0.676 0
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\}=0.108\ 7\ln t-3.422\ 3$	0.959 4
	Higuchi	$Q=0.575\ 5t^{1/2}+2.561\ 2$	0.859 7

注: Q 为累积转移率, t 为提取时间。

3.2.3 综合评价 中药作为复杂体系, 其疗效发挥不是仅靠一种或几种成分决定的^[14]。为了体现中药多成分的特点^[15], 本实验采用 AHP-CRITIC 复合加权法对不同干燥方式下饮片提取规律进行综合评价。

AHP 法为主观赋权法, 根据药理活性强弱及成分含量高低, 通过“判断矩阵”衡量各指标之间的相对重要程度, 从而合理量化赋权^[16]。本实验将各指标优先顺序确定为薯蓣皂苷转移率>伪原薯蓣皂苷转移率>纤细薯蓣皂苷转移率>出膏率, 构建两两比较判断矩阵, 见表 5, 可知一致性比例因子 $CR=0.012<0.1$ 。再通过一次性检验, 最终确定四者权重系数分别为 27.71%、46.58%、16.11%、9.60%。

表 5 各指标判断矩阵

Tab. 5 Judgment matrices for various indices

指标	薯蓣皂苷转移率	伪原薯蓣皂苷转移率	纤细薯蓣皂苷转移率	出膏率
薯蓣皂苷转移率	1	2	3	4
伪薯蓣皂苷转移率	1/2	1	2	3
纤细薯蓣皂苷转移率	1/3	1/2	1	2
出膏率	1/4	1/3	1/2	1

CRITIC 加权法是一种客观赋权法，以标准差形式表示各指标之间的对比强度，并通过评价对比强度及冲突性来计算各权重^[17]。本实验测得伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷转移率及出膏率的权重系数分别为 34.54%、22.95%、18.69%、23.85%，再根据公式（1）^[18]测得四者复合权重系数分别为 37.47%、41.79%、11.79%、8.96%，公式（2）计算综合累积提取率，绘制变化曲线，见图 7。

$$\omega_{\text{复合}i} = \omega_{\text{AHP}i} \omega_{\text{CRITIC}i} / \sum \omega_{\text{AHP}i} \omega_{\text{CRITIC}i} (\omega_{\text{AHP}i} \text{ 为各指标 AHP 权重系数, } \omega_{\text{CRITIC}i} \text{ 为各指标 CRITIC 权重系数}) \quad (1)$$

$$\text{综合累积提取率} = \sum (X_i / X_{\text{max}}) \times \omega_{\text{复合}i} (X_i \text{ 为各指标测定结果, } X_{\text{max}} \text{ 为各指标最大值}) \quad (2)$$

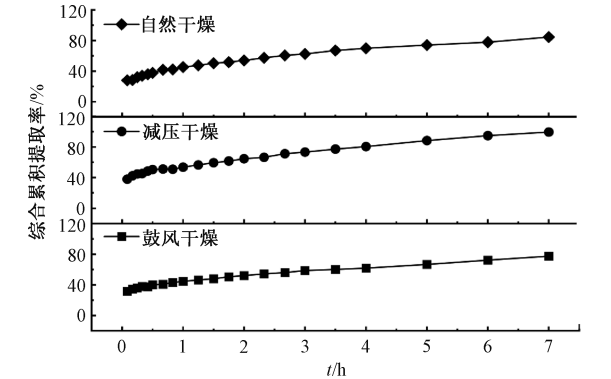


图 7 穿山龙饮片综合累积提取率

Fig. 7 Comprehensive accumulative extraction rates of *Dioscoreae nipponicae* Rhizoma decoction pieces

再分别采用一级、Weibull、Higuchi 模型对综合累积提取率进行拟合，结果见表 6。由此可知，3 种干燥方式下饮片提取规律均符合 Higuchi 模型， R^2 均大于 0.99，其中减压干燥的拟合方程斜率略大于自然干燥的，并且两者均大于鼓风干燥的，表明药材在炮制过程中采用减压干燥时，其整体提取效率最高。

4 讨论

由于伪原薯蓣皂苷、薯蓣皂苷及纤细薯蓣皂苷均属于甾体皂苷类化合物^[19-20]，三者分子结构、极性、溶解度等参数接近，故其溶出行为理论上应一致，如薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷提取规律均符合 Weibull 模型，但伪原薯蓣皂苷提取规律更符合零级模型，其累积转移率几乎呈线性增长，而且在实验终点时远超 100%。由此推测，在提取过程中某些高含量的前体物质可能转化成伪原薯蓣皂苷^[21]，

表 6 综合累积提取率拟合方程

Tab. 6 Fitting equations for comprehensive accumulative extraction rate

干燥方式	模型	回归方程	R^2
自然干燥	一级	$\ln(1-Q) = -0.2065t + 4.2437$	0.9923
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\} = 0.39471\ln t - 0.4205$	0.9461
	Higuchi	$Q = 24.1943t^{1/2} + 20.4319$	0.9973
减压干燥	一级	$\ln(1-Q) = -0.4975t + 4.3838$	0.8270
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\} = 0.4300\ln t - 0.0506$	0.7839
	Higuchi	$Q = 25.4865t^{1/2} + 29.9454$	0.9902
鼓风干燥	一级	$\ln(1-Q) = -0.1464t + 4.1820$	0.9914
	Weibull	$\ln\{\ln[1/(1-Q)]\} = 0.2935\ln t - 0.4361$	0.9239
	Higuchi	$Q = 18.5590t^{1/2} + 26.1737$	0.9960

注：Q 为累积转移率，t 为提取时间。

而且该反应在其提取规律中起到主导作用，从而与薯蓣皂苷、纤细薯蓣皂苷不一致，即更符合零级模型。

基于中药多成分特点，本实验采用 AHP-CRITIC 复合加权法对各指标权重系数进行分配，可更全面准确地评价不同干燥方式对穿山龙饮片提取动力学的影响。结果显示，鼓风干燥后，饮片木质部皱缩，内部结构紧实，空洞较少；减压干燥后，饮片结构疏松，内有空洞，更有利于提取溶剂的浸润、成分的溶解和扩散，从而综合累积提取率的拟合方程（Higuchi 模型）斜率更大，提取效率更高。此外，相较于传统的自然干燥，减压干燥用时更短，能满足加工规模化需求，从而为今后穿山龙饮片的工业化生产提供参考。

参考文献：

[1] 单鸣秋, 张 丽, 丁安伟. 中药材饮片干燥技术的研究进展[J]. 中成药, 2011, 33 (7): 1216-1219.

[2] 白璧炜, 闫广利, 孙 晖, 等. 植物药材提取动力学研究进展及其标准化思考[J]. 药物分析杂志, 2022, 42(2): 187-197.

[3] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 279.

[4] 殷乐章, 李 伟, 朱 婷, 等. 伪原薯蓣皂苷对双侧卵巢切除诱导的 apoE^{-/-}小鼠心脏功能损伤的保护作用[J]. 吉林中医药, 2019, 39(10): 1351-1356.

[5] 李媛媛, 周鸿铭. 穿山龙总皂苷的药理作用及机制研究进展[J]. 中药学报, 2020, 48(5): 73-77.

[6] 魏艺伦. 伪原薯蓣皂苷联合运动对高脂血症大鼠肝脏脂代谢和抗氧化功能的影响[J]. 分子植物育种, 2023, 21(21): 7208-7214.

[7] Zheng W, Yan C M, Zhang Y B, et al. Antiparasitic efficacy of Gracillin and Zingiberis newsaponin from *Costus speciosus* (Koen ex. Retz) Sm. against *Ichthyophthirius multifiliis* [J].

Parasitology, 2015, 142(3): 473-479.

[8] 韦继勇, 李毅成, 熊 锋, 等. 纤细薯蓣皂苷对破骨细胞的分化及其骨吸收功能的影响[J]. 广西医科大学学报, 2020, 37(4): 664-669.

[9] 孙怀竹, 梁金玲, 许天阳, 等. 干燥对不同药用部位中草药化学成分影响的研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2025, 43(2): 246-250.

[10] 武 洁, 何子剑, 邢玉霞, 等. 多指标正交试验法优选加味败藤颗粒的提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(16): 23-26.

[11] 徐 睿, 程铭恩, 彭华胜. 黄精的品质评价及其“辨状论质”考[J]. 中成药, 2023, 45(4): 1241-1245.

[12] 程 翔, 李先喜, 梅桂林, 等. 基于外观性状和指标性成分划分枸杞子不同产地[J]. 辽宁中医药大学学报, 2024, 26(3): 27-31.

[13] 余亦婷, 王沁雪, 戴婧雅, 等. 黄芪药材不同干燥方式对其饮片的提取动力学影响[J]. 中草药, 2022, 53(11): 3306-3313.

[14] 张 宁, 缪艳燕, 徐 剑, 等. 基于 Kalman 滤波法结合可视化评价三七物质组微波提取动力学特征[J]. 中国医院药

学杂志, 2022, 42(1): 14-18.

[15] 祁玉芳, 范星晨, 汪思晨, 等. 基于 AHP-CRITIC 复合加权法优选厚朴姜炙工艺及姜炙前后化学成分变化研究[J]. 中国中药杂志, 2023, 48(14): 3806-3814.

[16] 曾晓涛, 陈艳琰, 乐世俊, 等. 基于 AHP-CRITIC 综合赋权法的地锦草质量标志物量化辨识[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(19): 5193-5202.

[17] 王梦伟, 王梦珂, 李蒙恩, 等. 基于 AHP-CRITIC 法的清炒白术物性参数与有效成分相关性研究[J]. 中华中医药学刊, 2023, 41(9): 37-45; 265.

[18] 徐若颖, 豆市蓉, 曹彦刚, 等. 盐小茴香制备工艺优化[J]. 中成药, 2023, 45(1): 17-23.

[19] 宋发军. 甾体药物源植物薯蓣属植物中薯蓣皂苷元的研究及生产状况[J]. 中成药, 2003, 25(3): 232-234.

[20] 张 杰, 胡天宇, 沈国亮, 等. 穿山龙中原薯蓣皂苷杂质的分离与鉴定[J]. 中成药, 2015, 37(12): 2682-2686.

[21] 陈朝荣, 王剑波, 尤晓舟, 等. 不同炮制加工方法对穿山龙药材皂苷类成分的影响[J]. 中南药学, 2020, 18(4): 672-675.

清热解毒刮痧膏制备工艺优化

陈卫卫, 凌玉妙, 吴昌顺, 刘相岑, 黄俊善, 庞宇舟*
(广西中医药大学, 广西南宁 530022)

摘要:目的 优化清热解毒刮痧膏制备工艺。方法 以料液比、乙醇体积分数、提取时间为影响因素, 紫丁香苷、长梗冬青苷含量和干膏率为评价指标, AHP-CRITIC 复合加权法结合正交试验优化提取工艺。以单硬脂酸甘油酯用量、白凡士林用量、蜂蜡用量、司盘-80 与吐温-80 比例为影响因素, 外观、涂抹延展性、离心稳定性、耐寒耐热性的综合评分为评价指标, 正交试验优化成型工艺。以乳化温度、乳化时间、搅拌速度为影响因素, 外观、涂抹延展性、离心稳定性、耐寒耐热性的综合评分为评价指标, 正交试验优化乳化条件。**结果** 最佳条件为处方量药材加 14 倍量 50% 乙醇加热回流提取 2 次, 每次 1 h, 合并滤液, 回收乙醇后浓缩成 1 g/mL 药液, 再采用乳化法分别将油相 (4% 单硬脂酸甘油酯、3% 白凡士林、5% 蜂蜡、8% 司盘-80、47% 轻质液状石蜡)、水相 (6% 吐温-80、8% 甘油、0.1% 羟苯乙酯、14% 药液、4% 月桂氮草酮、蒸馏水 0.9%) 在 60 ℃ 下熔融, 将水相缓缓加到油相中, 200 r/min 乳化 15 min 直至得到均匀的乳膏。**结论** 该方法合理、稳定、可行, 可为清热解毒刮痧膏后续开发成医疗机构制剂提供科学依据。**关键词:** 清热解毒刮痧膏; 制备工艺; 正交试验; AHP-CRITIC 复合加权法

中图分类号: R944 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2025)10-3218-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2025.10.007

收稿日期: 2025-03-30

基金项目: 广西中医药多学科交叉创新团队项目 (GZKJ2304); 庞宇舟桂派中医大师传承工作室项目 (GZY2024007); 广西壮瑶药重点实验室自主研发课题 (GXZYZZ2022-18)

作者简介: 陈卫卫 (1969—), 女, 博士, 教授, 硕士生导师, 从事药物新制剂、新剂型研发工作。E-mail: 630893310@qq.com

* 通信作者: 庞宇舟 (1963—), 男, 教授, 博士生导师, 从事民族药 (壮药) 制剂及其新药研发工作。E-mail: pangyz422@sina.com