

## 大黄干燥方法研究

唐文文<sup>1,3</sup>, 李国琴<sup>2</sup>, 宋平顺<sup>4</sup>, 晋小军<sup>1,2\*</sup>

1. 甘肃农业大学 植物生产类实验教学中心, 甘肃 兰州 730070

2. 甘肃农业大学 农学院和理学院, 甘肃 兰州 730070

3. 铜仁职业技术学院 贵州 铜仁 554300

4. 甘肃省食品药品检验所, 甘肃 兰州 730070

**摘要:**目的 以大黄外观色泽、干燥耗时、折干率和有效成分的量指标, 探索大黄适宜的干燥方式。方法 试验用大黄品种为掌叶大黄, 外观色泽考察依据《中国药典》2010年版; 用热浸法提取浸出物; HPLC法测定蒽醌、儿茶素和没食子酸的量。结果 低于65℃烘干、阴干、晒干和熏干的大黄色泽良好, 断面呈黄棕色, 而高于65℃烘干的大黄药材断面深棕色; 在大黄有效成分方面, 浸出物和蒽醌的量以晒干大黄为最高, 分别为34.32%和1.90%, 次之为45℃烘干大黄, 分别为33.53%和1.68%; 干燥温度过高, 蒽醌的量显著降低; 不同温度的恒温烘干处理里, 随着温度的升高, 没食子酸和儿茶素的量均呈递减的趋势。结论 大黄适宜的干燥方法是45℃恒温烘干或晒干。

**关键词:** 大黄; 干燥方法; 干燥时间; 色泽; 有效成分

中图分类号: R282.4 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)04-0-0

## Studies on drying methods of *Rhei Radix et Rhizoma*

TANG Wen-wen<sup>1,3</sup>, LI Guo-qin<sup>2</sup>, SONG Ping-sun<sup>4</sup>, JI Xiao-jun<sup>1,2</sup>

1. Experimental Teaching Center of Plants to Producing, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

2. College of Agriculture and Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China

3. Tongren Vocational Institute, Tongren 554300, China

4. Gansu Provincial Institute for Food and Drug Control, Lanzhou 730070, China

**Abstract: Objective** To explore the suitable drying methods for *Rhei Radix et Rhizoma* on colour, drying time, drying rate and content of active ingredients. **Methods** In the experiment, the variety is *Rheum palmatum* L. The colour of *Rhei Radix et Rhizoma* were studied according to *Chinese Pharmacopeia* (Edition 2010). To detect the extract by hot-dip method. To determine content of anthraquinone, gallic acid, and catechin. **Results** Below 65℃ oven-drying, sun-drying, shade-drying and fumigated with sulfur-drying of *Rhei Radix et Rhizoma* which have good colour-section was claybank. Used 75—85℃ oven-drying of *Rhei Radix et Rhizoma* which of section dark brown. The highest content of extract and anthraquinone is *Rhei Radix et Rhizoma* by sun-drying, about 34.32% and 1.90%. The second is 45℃ oven-drying, the content of extract and anthraquinone were 33.53% and 1.68%. High temperatures when drying, content of anthraquinone reduces. Different oven-drying processes, As temperatures rose, reduces content of gallic acid, and catechin. **Conclusion** 45℃ oven-drying and sun-drying are suitable drying methods for *Rhei Radix et Rhizoma*.

**Key words:** *Rhei Radix et Rhizoma*; drying methods; drying-time; color; active ingredients

大黄为蓼科大黄属多年生草本植物,《中国药典》2010年版规定的中药大黄是以掌叶大黄 *Rheum palmatum* L.、唐古特大黄 *Rheum tanguticum* Maxim. ex Balf. 或药用大黄 *Rheum officinale* Baill. 的干燥根及根茎入药<sup>[1]</sup>。主要含蒽醌类化合物<sup>[2-5]</sup>, 其性寒,

有泻湿热、破积滞、行瘀血、凉血解毒、清热泻火的作用。主要分布于甘肃、青海、四川、西藏等地。由于大黄根茎粗大, 通常需要3~4个月的时间才能完全干燥, 且含有蒽醌类、鞣质、挥发油、多糖、脂肪酸等多种成分, 营养丰富, 在干燥过程中极易

收稿日期: 2012-06-02

基金项目: 甘肃省中药材产业科技攻关项目 (GYC-09-09); 甘肃省科技厅重大专项 (1002FKDA408)

作者简介: 唐文文, 硕士, 研究方向为药用植物资源与利用。Tel: 13765666267 Email: tangwenwen6362@163.com

\*通讯作者 晋小军 Tel: 13909312576 Email: jingxj@gsau.edu.cn

发生霉变、虫蛀、走油、变色、气味散失等品质变异现象，导致大黄品质下降，疗效降低。大黄传统干燥方法基本采用硫磺熏干，熏硫不仅影响其药用品质，造起环境污染，而且需消耗大量薪材，严重破坏当地植被。本研究通过比较不同干燥方法下大黄药材的品质，探索大黄适宜的干燥方法，为大黄产业的发展提供技术支持。

## 1 仪器与材料

Agilent—1260 高效液相色谱仪（美国 Agilent 公司）；DHG—9626A 电热恒温鼓风干燥箱（杭州托普仪器有限公司）；FW—415 型中药粉碎机（天津市泰斯特仪器有限公司）；LA—230S 型电子分析天平（北京赛多利斯仪器公司）；RE52—98 型旋转蒸发仪（上海亚荣生化仪器厂）。

试验用大黄样品采之于礼县上坪乡赵坝村的试验基地，选择移栽后 2 年的掌叶大黄（经甘肃农业大学晋小军研究员和陈垣教授鉴定为蓼科大黄属植物掌叶大黄 *Rheum palmatum* L.），于 10 月中旬植株地上部分枯萎后采挖。

芦荟大黄素（批号 110795-201007）、大黄酸（批号 110757-2002065）、大黄素（批号 110756-200110）、大黄酚（110796-200513）、大黄素甲醚（110758-200610）、没食子酸（0831-9501）和儿茶素（877-200001）对照品均购自中国食品药品检定研究院。乙醇（AR）、盐酸（AR）天津市德恩化学试剂有限公司；氨水（AR）天津市全达化工有限公司；甲醇为色谱纯（山东禹王实业有限公司禹城化工厂）；蒸馏水（自制）；流动相用水为屈臣氏纯净水。

## 2 方法与结果

### 2.1 不同干燥方法

选择大小均一的鲜大黄根茎 100 个，切成厚度在 3 cm 左右的厚片，随机分为质量相近的 13 组，分别采用试验设计中各项干燥方法进行干燥处理，其中杀青后烘干为鲜药材先 105 °C 杀青 0.5 h<sup>[6]</sup>，后置于恒温干燥箱中干燥至恒定质量。记录干燥所需时间并计算大黄折干率。具体试验设计见表 1，不同干燥方法对大黄干燥时间和折干率的影响结果见表 2。

表 1 试验处理设置表  
Table 1 Test treatments

处理代码	处理方法
CK	熏干：将鲜大黄放置于棚架用半干薪柴和秸秆燃烟熏干，每隔 24 h 称定质量 1 次
D1	45 °C 恒温烘干：置于 45 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D2	55 °C 恒温烘干：置于 55 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D3	65 °C 恒温烘干：置于 65 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D4	75 °C 恒温烘干：置于 75 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D5	85 °C 恒温烘干：置于 85 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D6	杀青后 45 °C 恒温烘干：先 105 °C 杀青 0.5 h，再置于 45 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D7	杀青后 55 °C 恒温烘干：先 105 °C 杀青 0.5 h，再置于 55 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D8	杀青后 65 °C 恒温烘干：先 105 °C 杀青 0.5 h，再置于 65 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D9	杀青后 75 °C 恒温烘干：先 105 °C 杀青 0.5 h，再置于 75 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D10	杀青后 85 °C 恒温烘干：先 105 °C 杀青 0.5 h，再置于 85 °C 恒温干燥箱中干燥至恒定质量
D11	阴干：置于通风的室内放置至干，每隔 24 h 称定质量 1 次
D12	晒干：置于太阳房内晾晒至干，每隔 24 h 称定质量 1 次

表 2 不同干燥方法的大黄干燥时间和折干率

Table 2 Drying time and drying rate for different drying methods of *Rhei Radix et Rhizoma*

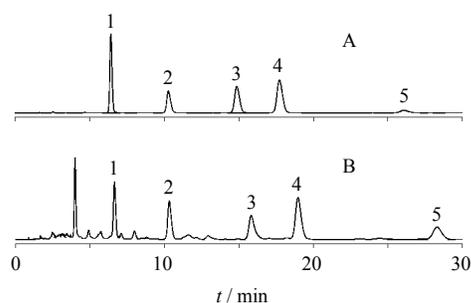
处理代码	干燥时间 /h	折干率 /%	处理代码	干燥时间 /h	折干率 /%	处理代码	干燥时间 /d	折干率 /%
CK	50	30.3	D5	17	32.3	D10	17	29.2
D1	48	31.5	D6	48	29.9	D11	60	30.5
D2	39	30.3	D7	39	28.1	D12	20	30.0
D3	31	31.0	D8	31	29.7			
D4	28	30.7	D9	28	29.3			

## 2.2 浸出物量测定

将不同处理大黄样品粉碎，精密称定各处理下大黄粉（过二号筛），按《中国药典》2010年版一部附录（XA）项下热浸法测定<sup>[1]</sup>。结果见表3。

## 2.3 蒽醌类成分定量测定

**2.3.1 色谱条件** Waters C<sub>18</sub> 色谱柱（250 mm×4.6 mm，5 μm）；以甲醇-0.1%磷酸水溶液（85：15）为流动相，体积流量 1 mL/min，VWD 检测器，检测波长为 254 nm，柱温 30 °C，进样量 10 μL，理论板数按大黄素峰计算不低于 3 000<sup>[1]</sup>。相应色谱图见图1。



A-混合对照品 B-样品(晒干) 1-芦荟大黄素 2-大黄酸  
3-大黄素 4-大黄酚 5-大黄素甲醚  
A-mixed reference substances B-sample (dried) 1-aloeemodin  
2-rhein 3-emodin 4-chrysophanol 5-physcion

图1 大黄蒽醌类成分测定的HPLC色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of anthraquinones in *Radix et Rhizoma Rhei*

**2.3.2 对照品溶液的制备和线性关系考察** 精密称取芦荟大黄素、大黄素、大黄酚、大黄酸、大黄素甲醚对照品适量，加甲醇分别制成含芦荟大黄素 78.2 μg/mL、大黄素 75.4 μg/mL、大黄酚 74.8 μg/mL、大黄酸 42.1 μg/mL、大黄素甲醚 33.0 μg/mL 的溶液；分别精密量取上述对照品溶液各 5 mL，置 25 mL 量瓶中，混匀，制得含芦荟大黄素 15.64 μg/mL、大黄酸 8.42 μg/mL、大黄素 15.08 μg/mL、大黄酚 14.96 μg/mL、大黄素甲醚 6.6 μg/mL 的混合对照品溶液。

精密吸取混合对照品溶液 1、5、10、15、20 μL 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) 对峰面积积分值 (Y) 进行回归处理，得回归方程：芦荟大黄素  $Y=65\ 842.47 X-361.32$ ， $r=0.999\ 8$ ；大黄酸  $Y=34\ 998.15 X+370.12$ ， $r=0.999\ 9$ ；大黄素  $Y=47\ 950.10 X-1\ 471.85$ ， $r=0.999\ 8$ ；大黄酚  $Y=72\ 725.53 X-3\ 175.26$ ， $r=0.999\ 9$ ；大黄素甲醚  $Y=10\ 970.05 X-452.82$ ， $r=0.999\ 6$ ；表明芦荟大黄素在 0.031~0.156 μg、大黄

酸在 0.016~0.084 μg、大黄素在 0.030~0.151 μg、大黄酚在 0.029~0.150 μg、大黄素甲醚在 0.012~0.066 μg 线性关系良好。

**2.3.3 供试品溶液的制备** 取各处理大黄粉末（过四号筛）约 0.15 g，精密称定，置具塞锥形瓶中，精密加入甲醇 25 mL，称定质量，加热回流 1 h，放冷，再称定质量，用甲醇补足减失的质量，摇匀，滤过。精密量取续滤液 5 mL，置烧瓶中，挥去溶剂，加 8% 盐酸溶液 10 mL，超声处理 2 min，再加三氯甲烷 10 mL，加热回流 1 h，放冷，置分液漏斗中，用少量三氯甲烷洗涤容器，并入分液漏斗中，分取三氯甲烷层，酸液再用三氯甲烷提取 3 次，每次 10 mL，合并三氯甲烷液，减压回收溶剂至干，残渣加甲醇使溶解，转移至 10 mL 量瓶中，加甲醇至刻度，摇匀，滤过，取续滤液，即得。

**2.3.4 精密度、稳定性和重复性试验** 精密吸取上述混合对照品溶液 10 μL，按照上述色谱条件连续进样 6 次，记录峰面积，即得芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚峰面积的 RSD 分别为 1.2%、1.4%、1.0%、0.8%、0.9%；取晒干样品供试品溶液，在 0、4、8、12、16、20、24 h，按上述色谱条件进样，按峰面积计算，芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚峰面积的 RSD 分别为 1.1%、1.7%、1.4%、1.5%、1.2%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定；取晒干样品按照供试品溶液的制备方法平行制备 6 份，按上述色谱条件测定，得到芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚质量分数的 RSD 分别为 2.1%、2.3%、1.9%、0.9%、2.0%。

**2.3.5 加样回收率试验** 称取已测定的晒干大黄细粉约 0.1 g，共 6 份，精密称定，分别精密加入芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚对照品适量，按供试品溶液制备方法处理，再按上述色谱条件进样测定，得芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚及大黄素甲醚的回收率分别为 100.6%、99.8%、99.4%、99.3%、96.7%，RSD 分别为 1.9%、1.4%、2.6%、1.2%、2.7%。

**2.3.6 样品测定** 分别精密吸取对照品溶液和不同干燥方法处理样品的供试品溶液各 10 μL，注入液相色谱仪，记录芦荟大黄素、大黄酸、大黄素、大黄酚、大黄素甲醚的峰面积，按外标法计算供试品中蒽醌的量。结果见表 3。可知，大黄浸出物和蒽醌量以 D12 最高，为 34.32% 和 1.90%，分别较 CK

表3 不同干燥方法大黄中浸出物和蒽醌量 (n=3)  
Table 3 Extract and anthraquinone contents for different drying methods of *Rhei Radix et Rhizoma* (n=3)

处理代码	浸出物 / %	较CK增 减量 / %	蒽醌 / %	较CK增 减量 / %
CK	28.52	—	1.64	—
D1	33.53	5.01	1.68	0.04
D2	30.69	2.17	1.56	-0.08
D3	30.05	1.53	1.32	-0.32
D4	30.05	1.53	1.29	-0.35
D5	27.75	-0.77	1.16	-0.48
D6	32.69	4.17	1.65	0.01
D7	31.62	3.10	1.55	-0.09
D8	30.26	1.74	1.43	-0.21
D9	30.40	1.88	1.30	-0.34
D10	28.50	-0.02	1.25	-0.39
D11	29.69	1.17	1.61	-0.03
D12	34.32	5.80	1.90	0.26

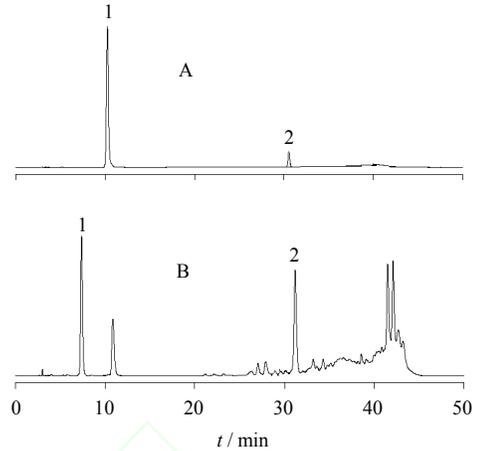
高出 5.8%和 0.26%；次之为 D1 和 D6 的，浸出物分别为 33.53%和 32.69%，较 CK 高出 5.01%和 4.17%，蒽醌分别为 1.68%和 1.65%，较 CK 高出 0.04%和 0.01%；浸出物和蒽醌量最低的为 D5，浸出物低至 27.75%，蒽醌量仅为 1.16%，较 CK 低 0.77%和 0.48%。

## 2.4 没食子酸和儿茶素定量测定

**2.4.1 色谱条件** Waters C<sub>18</sub> 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm)，流动相为甲醇 (A)-0.1%磷酸水溶液 (B)，梯度洗脱程序：0~10 min, 8% A；10~30 min, 30% A；30~35 min, 40% A；35~40 min, 8% A；体积流量 1 mL/min，DAD 检测器，检测波长 280 nm，柱温为 30 ℃，进样量 5 μL。相应色谱图见图 2。

**2.4.2 对照品溶液的制备和线性关系考察** 精密称取没食子酸与儿茶素对照品适量，加 50%甲醇，定容，制得含没食子酸 55.2 μg/mL、儿茶素 245.0 μg/mL 的混合对照品溶液。

分别精密吸取上述对照品混合溶液 2、5、10、20、30、40 μL 注入高效液相色谱仪，按上述色谱条件测定峰面积。用峰面积的对数值 (Y) 对进样量的对数值 (X) 进行线性回归，得回归方程：没食子酸  $Y=0.5610X+5.6141$ ,  $r=0.9995$ ；儿茶素  $Y=0.5803X+5.4933$ ,  $r=0.9994$ 。表明没食子酸在 0.106~2.025 μg、儿茶素在 0.465~8.234 μg 线性关系良好。



A-混合对照品 2-样品 (晒干) 1-没食子酸 2-儿茶素  
A-mixed reference substances B-sample (dried) 1-gallic acid 2-catechin

图2 大黄中没食子酸和儿茶素的 HPLC 色谱图

Fig. 2 HPLC chromatograms of catechin and gallic acid in *Radix Et Rhizoma Rhei*

**2.4.3 供试品溶液的制备** 称取各处理大黄药材细粉约 0.5 g，精密称定，置锥形瓶中，精密加入 25 mL 20%甲醇溶液，超声 40 min，滤过，取续滤液，用 0.45 μm 微孔滤膜滤过，即得。

**2.4.4 精密度、稳定性和重复性试验** 精密吸取上述混合对照品溶液 5 μL，按照上述色谱条件连续进样 6 次，记录峰面积，即得没食子酸的 RSD 为 1.2%，儿茶素的 RSD 为 0.8%；取晒干样品供试品溶液，在 0、4、8、12、16、20、24 h，按上述色谱条件进样，按峰面积计算，没食子酸的 RSD 为 3.0%，儿茶素的 RSD 为 2.5%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定；取晒干样品按照供试品溶液的制备方法平行制备 6 份，按上述色谱条件测定质量分数，得到没食子酸量的 RSD 为 2.6%，儿茶素量的 RSD 为 2.3%。

**2.4.5 加样回收率试验** 称取已测定的晒干大黄细粉约 0.5 g，共 6 份，精密称定，分别精密加入没食子酸对照品和儿茶素对照品适量，按供试品溶液制备方法处理，再按上述色谱条件进样测定，得没食子酸的平均回收率为 97.6%，RSD 为 1.0%；儿茶素的平均回收率 98.9%，RSD 为 2.0%。

**2.4.6 样品测定** 精密吸取对照品混合溶液和不同干燥方法处理的大黄供试品溶液各 5 μL，注入液相色谱仪，记录各处理样品中没食子酸和儿茶素的峰面积，按外标法计算供试品中没食子酸和儿茶素的量。结果见表 4。结果显示，不同干燥方法的大黄中儿茶素量较高，约在 0.8%~3.7%，没食子酸量较低，约在 0.01%~0.6%；其中，D12 处理的儿茶素

表 4 不同干燥方法的大黄中儿茶素和没食子酸量 (n=3)

Table 4 Catechin and gallic acid content for different drying methods of *Rhei Radix et Rhizoma* (n=3)

处理代码	儿茶素 / %	较 CK 增减量 / %	没食子酸 / %	较 CK 增减量 / %
CK	0.825	—	0.128	—
D1	1.461	0.636	0.181	0.053
D2	0.919	0.094	0.075	-0.053
D3	0.886	0.061	0.071	-0.057
D4	0.551	-0.274	0.065	-0.063
D5	0.367	-0.458	0.012	-0.116
D6	1.829	1.004	0.123	-0.005
D7	1.661	0.836	0.067	-0.061
D8	1.538	0.713	0.083	-0.045
D9	1.201	0.376	0.034	-0.094
D10	0.933	0.108	0.038	-0.090
D11	1.922	1.097	0.308	0.180
D12	3.696	2.871	0.531	0.403

与没食子酸量均为最高, 分别达 3.696% 与 0.531%, 较 CK 高出 2.871% 和 0.403%; D11 处理的儿茶素和没食子酸量次之, 分别为 1.922% 和 0.308%, 较 CK 高出 1.097% 和 0.18%; 儿茶素和没食子量最低的为 D5 处理, 仅为 0.367% 和 0.012%, 均比 CK 要低; 不同温度的恒温烘干处理里, 儿茶素和没食子酸量的大小顺序均为 D1>D2>D3>D4>D5, D6>D7>D8>D9>D10; D6、D7、D8、D9、D10 各处理中儿茶素量均要高于 D1、D2、D3、D4、D5 各处理, 其中 D6、D7 和 D8 儿茶素量分别为 1.829%、1.661% 和 1.538%, 均要高于 D1 处理。

### 3 讨论

#### 3.1 不同干燥方法对大黄外观色泽和干燥时间的影响

杀青是通过高温破坏和钝化新鲜植物体中的氧化酶的活性, 本试验对大黄采用杀青处理, 以期能够通过杀青抑制药材中氧化酶的活性和保留原药材浓郁的药香味<sup>[7-9]</sup>。大黄外观色泽是以《中国药典》2010 年版中“断面淡红棕色或黄棕色”为考察标准。观察可知, 低于 65 °C 烘干、阴干、晒干和熏干的大黄色泽良好, 断面呈黄棕色, 而高于 65 °C 烘干的大黄断面呈深棕色; 杀青处理后的大黄有黑色斑点出现, 但清香气和苦味较为浓郁。

干燥时间随着温度的升高而缩短, 其中阴干和

熏干等干燥方法所需干燥时间过长, 需要将近 2 个月的时间, 晒干需要 20 d 左右, 而采用 45 °C 烘干的干燥方法仅需要 2 d 左右, 能大大提高大黄的干燥效率; 杀青处理后, 大黄的折干率较不杀青处理明显减小, 这可能与杀青温度过高大黄有效成分散失有关。

#### 3.2 不同干燥方法对大黄浸出物和蒽醌量的影响

大黄浸出物和蒽醌量以晒干最高, 45 °C 烘干的次之。杀青处理与其他各处理在大黄浸出物上无明显差异; 在高于 55 °C 烘干的大黄中, 蒽醌量均达不到《中国药典》2010 年版中蒽醌总量不得低于 1.5% 的要求, 烘干温度过高, 蒽醌量明显降低, 可能是由于蒽醌在高温下分解, 或者发生结构和状态的变化, 从而致使蒽醌量下降。因此, 大黄采用烘干法干燥时, 温度不可过高。

#### 3.3 不同干燥方法对没食子酸和儿茶素量的影响

大黄中鞣质量较高, 约为 10%~30%<sup>[10]</sup>。现代药理实验表明, 儿茶素、没食子酸等鞣质为大黄收敛止血作用的主要有效成分<sup>[11-14]</sup>。从不同干燥方法大黄中没食子酸和儿茶素量的研究结果可以看出, 儿茶素与没食子酸量以晒干大黄最高, 45 °C 烘干的次之, 最低为 85 °C 烘干的; 儿茶素和没食子酸的量随着温度升高, 呈递减趋势; 杀青处理与不杀青处理比较, 杀青后各处理中大黄儿茶素量均要高于未杀青处理, 由于大黄杀青后抑制其氧化酶活性, 防止和减弱了儿茶素等物质的氧化。

通过以上研究结果发现, 在大黄干燥过程中, 伴随着大黄内水分的散失, 其生理活性和物理形态也发生着显著的变化, 不同干燥方法对大黄的品质影响较大。晒干和 45 °C 烘干的大黄, 在外观和有效分量上均不比传统干燥方法(熏干)干制的大黄差, 且耗时少、干燥效率高。这与王俊英等<sup>[15]</sup>对当归和黄芪的干制方法的研究结果相似。结合大黄药材的外观色泽、干燥耗时、折干率、浸出物、蒽醌以及鞣质量等方面综合分析, 大黄适宜的干燥方法是 45 °C 恒温烘干或晒干。这两种干燥方法经济适用, 适宜于进行大规模的大黄药材加工, 也可应用到其他根茎类药材的工业化生产上。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [2] 王勤, 邸多隆, 蒋生祥. 大黄类药物分析方法研究概况 [J]. 中成药, 2007, 29(8): 1199-1202.
- [3] Komatsu K, Nagayama Y, Tanaka K, et al. Development of a high performance liquid chromatographic method for

- systematic quantitative analysis of chemical constituents in rhubarb [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2006, 54(7): 941-947.
- [4] 王 哲, 许利嘉, 何春年, 等. HPLC 测定不同来源大黄中蒽醌和二蒽酮类成分 [J]. *中草药*, 2011, 42(6): 1114-1118.
- [5] 张 村, 李 丽, 肖永庆, 等. 大黄 5 种饮片中游离蒽醌类成分比较研究 [J]. *中国中药杂志*, 2009, 34(15): 1914-1916.
- [6] 何 萍, 郑文佳, 申 东. 杀青次数对杀青叶品质及存放时间的影响 [J]. *山地农业生物学报*, 2009, 28(6): 518-521.
- [7] 罗志刚, 曹 刚. 浅谈杀青技术与绿茶品质的关系 [J]. *茶业通报*, 1996, 28(3): 354-360.
- [8] 刘建军, 陈 义, 郭桂义, 等. 不同摊放时间和杀青温度对夏季绿茶品质的影响 [J]. *河南农业科学*, 2011, 13(5): 74-76.
- [9] 陈玉琼, 卢志和, 唐海燕, 等. 杀青工艺对机制梯田秀峰茶品质的影响 [J]. *中国茶叶*, 2008(1): 18-19.
- [10] 张学兰. 大黄炮制研究简述 [J]. *山东中医药大学学报*, 2002, 26(5): 399-401.
- [11] 石 碧, 狄 莹, 何有节, 等. 鞣质的药理活性 [J]. *中草药*, 1998, 29(7): 487-490.
- [12] 雷 鹏, 李新中, 朱诗塔, 等. 不同炮制方法对大黄中没食子酸含量的影响 [J]. *中药新药与临床药理*, 2008, 19(6): 477-479.
- [13] 张 丹, 曹纬国. 高效液相色谱法测定大花红景天中没食子酸、红景天苷及儿茶素的含量 [J]. *时珍国医国药*, 2009, 20(9): 2237-2238.
- [14] 谭志国, 雷 鹏, 李新中, 等. 高效液相色谱法测定大黄不同炮制品中没食子酸的含量 [J]. *中南药学*, 2007, 10(5): 479-480.
- [15] 王俊英. 当归、黄芪干制及储藏方法的比较研究 [D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2009.