

· 药剂与炮制 ·

## 土茯苓产地加工过程中去皮的合理性分析

杨俊杰<sup>1</sup>, 张艳玲<sup>1</sup>, 王峥涛<sup>2</sup>, 陆兔林<sup>3\*</sup>

(1. 信阳农林学院 信阳市中药资源开发工程技术研究中心, 信阳市中药分析检测重点实验室, 河南 信阳 464000; 2. 上海中医药大学 中药研究所, 上海 201210; 3. 南京中医药大学, 南京 210023)

**[摘要]** **目的:**探讨土茯苓产地加工过程中去皮的合理性,为该药材的产地加工提供理论依据。**方法:**将新鲜土茯苓分成去皮组、不去皮组、皮组3组,用阴干、晒干和35,55,80℃烘干5种方法干燥加工,利用UV测定总黄酮含量(以芦丁为对照品),检测波长500nm;利用HPLC测定落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素含量,检测波长分别为291,306,289nm;利用等离子体质谱仪测定铜、铅、镉、汞、砷5种有害重金属含量,比较各成分含量的差异性。**结果:**土茯苓皮组中总黄酮、落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素均远高于去皮组和不去皮组,且不去皮组中上述成分大多高于去皮组;土茯苓皮组中铜和砷远高于去皮组和不去皮组,土茯苓皮组和不去皮组中铅含量远高于去皮组,三者中各元素含量均低于2015年版《中国药典》限量。**结论:**土茯苓的有效成分和重金属均富集在表皮部分,建议作药用时,不需要去皮;作食用时,为了避免重金属蓄积,可选择去皮。

**[关键词]** 土茯苓; 产地加工; 去皮; 落新妇苷; 白藜芦醇; 花旗松素; 重金属

**[中图分类号]** R283.3;R284.1;R943.1;R914 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)03-0001-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.2017030001

**[网络出版地址]** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20161117.1621.052.html>

**[网络出版时间]** 2016-11-17 16:21

## Rational Analysis on Peeling in Habitat Processing of Smilacis Glabrae Rhizoma

YANG Jun-jie<sup>1</sup>, ZHANG Yan-ling<sup>1</sup>, WANG Zheng-tao<sup>2</sup>, LU Tu-lin<sup>3\*</sup>

(1. Xinyang Engineering Research Center for Exploitation of Chinese Medicine Resources, Xinyang Key Laboratory of Detection and Analysis of Chinese Medicine, Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang 464000, China; 2. Institute of Chinese Materia Medica, Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201210, China; 3. Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023, China)

**[Abstract]** **Objective:** To research on rationality of peeling in the habitat processing of Smilacis Glabrae Rhizoma. **Method:** The fresh Smilacis Glabrae Rhizoma was divided into three groups of peeling group, non-peeling group and peel group, then they were processed by drying at 35, 55, 80℃, in the shade and the sun, the content of total flavonoids was measured by UV with rutin as reference substance, the contents of taxifolin, astilbin and resveratrol were determined by HPLC, the contents of five kinds of harmful heavy metals (Cu, Pb, Cd, Hg and As) were measured by ICP-MS, in order to compare the differences between them. **Result:** The contents of total flavonoids, taxifolin, astilbin and resveratrol in peel group were higher than those in peeling group and non-peeling group, the above ingredients in non-peeling group were higher than those in peeling group. The contents of Cu and As in peel group were higher than those in peeling group and non-peeling group, the content of

**[收稿日期]** 20160531(005)

**[基金项目]** 国家中医药行业专项(2015468002-2);江苏高校优势学科建设工程项目(PAPD);江苏高校品牌专业建设工程项目(PPZY2015A070);信阳市科技攻关项目(150089)

**[第一作者]** 杨俊杰,硕士,副教授,从事中药材产地加工及活性成分开发研究,Tel:0376-6698023,E-mail:nanyangjj@163.com

**[通讯作者]** \*陆兔林,教授,博士生导师,从事中药质量标准及炮制研究,Tel:025-85811835,E-mail:lutuling2005@126.com

Pb in peel group and non-peeling group were higher than that in peeling group, all elements of the three groups were lower than the limited values in 2015 edition of *Chinese Pharmacopoeia*. **Conclusion:** The effective components and the heavy metals of *Smilacis Glabrae Rhizoma* are concentrated in the epidermis, for medicinal purposes, you do not need to peel; for edible, in order to avoid heavy metal accumulation, you can choose to peel.

[**Key words**] *Smilacis Glabrae Rhizoma*; habitat processing; peeling; astilbin; resveratrol; taxifolin; heavy metals

土茯苓为临床常用中药,也是南方常用作煲汤的食材,具有解毒、除湿、通利关节的作用<sup>[1]</sup>。土茯苓根茎外面有一层粗糙、似鳞片剥落状的外皮。南方在采挖后趁鲜削去外皮供食用,在一些地区加工供出口的土茯苓药材时,也习惯削去外皮。《图经本草》记载土茯苓“削皮焙干”<sup>[2]</sup>,后来也有“剔去外皮,整个晒干”的加工方法<sup>[3]</sup>。而《中国药典》2015 年版并无去皮的规定。目前关于土茯苓去皮的合理性研究尚未见报道。土茯苓的主要指标性成分除了《中国药典》2015 年版规定的落新妇苷外,国内外相关学者研究认为总黄酮<sup>[3-9]</sup>、白藜芦醇<sup>[3]</sup>、花旗松素<sup>[3]</sup>等均与土茯苓的药理作用密切相关。现代研究表明土茯苓在干燥过程中干燥温度和干燥方法对落新妇苷等有效成分的含量影响很大<sup>[10-11]</sup>。

土茯苓作为多年生的根茎类药材,在和土壤长期接触过程中,重金属元素可能会在不同部位蓄积。但目前没有专门针对土茯苓皮的相关研究。为了弄清土茯苓去皮对其品质产生的影响,本实验选择鲜土茯苓为研究对象,分成土茯苓皮组、去皮组和不去皮组,分别用不同方法(阴干,晒干和 35, 55, 80 °C 烘干)干燥,以消除干燥因素的影响,以总黄酮、落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素为指标成分比较 3 组药材中有效成分的差异,按《中国药典》2015 年版规定方法测定铜、铅、汞、砷、镉 5 种重金属含量,以期找出土茯苓去皮前后有效成分和重金属含量的变化规律,为阐述土茯苓产地加工是否去皮的科学内涵提供基础数据。

## 1 材料

T6 型紫外-可见分光光度计(北京普析通用有限公司), DHG-9240A 型电热风干燥箱(上海索谱有限公司), LC-20A 型高效液相色谱仪(日本岛津公司), Milli-Q Integral 型水纯化系统(美国密理博公司), MS105DU 型电子分析天平(瑞士梅特勒-托利多公司), Mars6 型微波消解仪(美国华盛昌公司), 7700 型电感耦合等离子体质谱仪(美国安捷伦公司)。

土茯苓样品采购于广西玉林中药材市场,为 2015 年 11 月在同一区域新采挖的土茯苓,经南京中医药大学陆兔林教授鉴定为百合科植物光叶菝葜 *Smilax glabra* 的新鲜根茎; 芦丁、落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素对照品(上海源叶生物科技有限公司, 批号分别为 153-8-4, 29838-67-3, 501-36-0, 480-18-2), 水为超纯水, 甲醇为色谱纯, 其他试剂均为分析纯。

## 2 方法与结果

**2.1 样品处理** 取新采收的土茯苓,洗净,分为 2 组。其中 1 组用不锈钢刀削去外皮,手工切成 2 mm 左右的片,得土茯苓去皮组和皮组; 1 组直接切成 2 mm 左右的片,得土茯苓不去皮组。按规定方式干燥,粉碎,过 2 号筛,得待测样品。

### 2.2 总黄酮的含量测定<sup>[3]</sup>

**2.2.1 标准曲线的制备** 称取芦丁对照品 10.43 mg 置于量瓶中,加 50% 乙醇配制 1.043 g·L<sup>-1</sup> 对照品溶液。分别量取 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.5 mL 置于 10 mL 量瓶中,加 5% 亚硝酸钠溶液 0.3 mL,放置 6 min; 加 10% 硝酸铝溶液 0.3 mL,放置 6 min; 加 4% 氢氧化钠溶液 4 mL,用 50% 乙醇定容,放置 10 min。以空白溶剂作为参比溶液,在 500 nm 处测定吸光度 *A*,重复 3 次。以 *A* 为纵坐标,质量浓度为横坐标,得回归方程  $Y = 0.0987X - 0.0034$  ( $R^2 = 0.9989$ ),线性范围 5.215 ~ 260.75 mg·L<sup>-1</sup>。

**2.2.2 供试品溶液的制备与测定** 精密称取土茯苓样品粉末 1.0 g,置 100 mL 锥形瓶中,加入石油醚 50 mL,超声震荡 30 min,倾去石油醚,挥去残留,加入 50% 乙醇 50 mL,称重,超声 60 min,取出,补足质量,过滤。取滤液 0.5 mL 置 10 mL 量瓶中,按 2.2.1 项下方法处理,计算总黄酮含量。

**2.2.3 稳定性试验** 称取不去皮组样品 1.0 g,按 2.2.2 项下方法制备供试品溶液,每隔 5 min 测定 1 次 *A*,结果 RSD 1.5% ( $n = 6$ ),表明供试品溶液在 25 min 内吸收稳定。

**2.2.4 精密度试验** 称取不去皮组样品 1.0 g,按

**2.2.2** 项下方法制备供试品溶液,依法测定 A ( $n = 6$ ),结果 RSD 0.6%,表明仪器精密度良好。

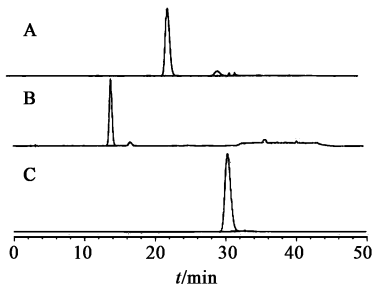
**2.2.5** 重复性试验 精密称取不去皮组样品 1.0 g,共 6 份,按 **2.2.2** 项下方法制备供试品溶液,依法测定 A,结果 RSD 1.4%,表明该方法重复性良好。

**2.2.6** 加样回收试验 精密称取不去皮组样品 0.1 g,共 6 份,加入  $1.022 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  芦丁对照品溶液 5 mL,挥干溶剂,按 **2.2.2** 项下方法制备供试品溶液,测定 A,计算平均加样回收率 102.15%,RSD 3.6%。

**2.3 落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素的含量测定**

**2.3.1** 供试品溶液的制备 精密称取土茯苓样品 1.0 g,加入 60% 乙醇 25 mL,称重,超声提取 35 min,补足质量,过滤,于  $12\,000 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$  离心 10 min,取上清液进样。

**2.3.2** 色谱条件<sup>[3]</sup> Purospher® STAR RP-18 Endcapped 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm),流动相甲醇(A)-0.5% 磷酸(B)梯度洗脱(0 ~ 25 min, 34% A; 25 ~ 27 min, 34% ~ 90% A; 27 ~ 37 min, 90% A; 37 ~ 40 min, 90% ~ 34% A; 40 ~ 50 min, 34% A),流速  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ,柱温 30 °C,检测波长 190 ~ 800 nm,进样量 10 μL。见图 1。



A. 落新妇苷; B. 花旗松素; C. 白藜芦醇

图 1 不同对照品溶液 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of reference substances

**2.3.3** 标准曲线的制备 精密称取落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素对照品适量,用 60% 乙醇配成质量浓度分别为 1.0, 0.61, 1.0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的母液,单独放置,分别稀释成 7 个质量浓度。按 **2.3.2** 项下条件测定,分别在 291, 306, 289 nm 处测定。以质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标,得回归方程分别为  $Y = 2.255 \times 10^7 X - 8.276 \times 10^4$  ( $R^2 = 0.999\,9$ ),  $Y = 8.420 \times 10^7 X + 7.389 \times 10^4$  ( $R^2 = 0.999\,5$ ),  $Y = 3.347 \times 10^7 X + 1.537 \times 10^5$  ( $R^2 = 0.999\,1$ ),线性范围依次为 0.01 ~ 1.0, 0.002 ~ 0.61, 0.003 ~ 1.0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**2.3.4** 精密度试验 取落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素母液,按 **2.3.2** 项下条件测定,重复 6 次,计算

峰面积的 RSD 分别为 0.8%, 0.6%, 1.7%,表明仪器精密度良好。

**2.3.5** 重复性试验 精密称取同一土茯苓不去皮组样品 6 份,按 **2.3.1** 项下方法处理,按 **2.3.2** 项下条件测定,计算落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素质量分数分别为 23.103, 0.399, 0.242  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ,RSD 分别为 1.9%, 1.5%, 1.6%,表明该方法重复性良好。

**2.3.6** 加样回收率试验 精密称取土茯苓不去皮组样品 6 份(落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素质量分数分别为 19.462, 0.324, 0.225  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ),分别加入落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素对照品 5.0, 0.1, 0.1 mg,按 **2.3.1** 项下方法处理,按 **2.3.2** 项下条件测定,计算落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素的加样回收率分别为 101.18%, 99.67%, 101.47%,RSD 依次为 2.6%, 2.7%, 2.1%。见表 1。

表 1 落新妇苷、白藜芦醇、花旗松素的加样回收率试验

Table 1 Recovery tests of taxifolin, astilbin and resveratrol

成分	称样量 /g	样品中量 /mg	加入量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 (RSD) /%
落新妇苷	1.017	19.793	5.0	24.832	100.8	101.18 (2.6)
	1.010	19.657	5.0	24.756	102.0	
	1.015	19.754	5.0	25.012	105.2	
	0.986	19.190	5.0	24.313	102.5	
	1.022	19.890	5.0	24.836	98.9	
	1.043	20.299	5.0	25.188	97.8	
白藜芦醇	1.017	0.348	0.1	0.446 2	98.2	99.67 (2.7)
	1.010	0.345	0.1	0.447 1	102.1	
	1.015	0.347	0.1	0.445 1	98.1	
	0.986	0.337	0.1	0.435 2	98.2	
	1.022	0.350	0.1	0.447 3	97.3	
	1.043	0.357	0.1	0.461 1	104.1	
花旗松素	1.017	0.229	0.1	0.331 2	102.2	101.47 (2.1)
	1.010	0.227	0.1	0.326 4	99.4	
	1.015	0.228	0.1	0.331 8	103.8	
	0.986	0.222	0.1	0.324 1	102.1	
	1.022	0.230	0.1	0.328 2	98.2	
	1.043	0.235	0.1	0.338 1	103.1	

**2.3.7** 样品测定 称取各土茯苓样品,按 **2.3.1** 项下方法处理,按 **2.3.2** 项下条件测定,计算各成分含量,见表 2。

**2.4** 重金属含量的测定 取样品 Y3, P3, Q3,委托上海市食品药品检验所测定铜、砷、铅、汞、镉 5 种对

表 2 土茯苓样品中各指标成分的质量分数

样品	加工方法	干燥方式	总黄酮	落新妇苷	白藜芦醇	花旗松素
Y1	不去皮	80 °C 烘干	97.549	19.462	0.342	0.225
Y2	不去皮	55 °C 烘干	102.986	22.213	0.384	0.112
Y3	不去皮	35 °C 烘干	125.242	26.059	0.485	0.246
Y4	不去皮	阴干	100.326	19.791	0.368	0.260
Y5	不去皮	晒干	127.220	27.366	0.406	0.290
Q1	去皮	80 °C 烘干	74.576	16.254	0.190	0.181
Q2	去皮	55 °C 烘干	83.257	14.526	0.239	0.083
Q3	去皮	35 °C 烘干	88.274	18.109	0.152	0.167
Q4	去皮	阴干	86.711	14.883	0.099	0.118
Q5	去皮	晒干	80.609	14.930	0.159	0.093
P1	皮	80 °C 烘干	136.678	43.517	0.489	0.543
P2	皮	55 °C 烘干	137.345	43.942	0.507	0.551
P3	皮	35 °C 烘干	142.723	44.561	0.521	0.541
P4	皮	阴干	138.168	41.712	0.470	0.442
P5	皮	晒干	140.231	40.990	0.414	0.402

人体有害的重金属元素含量。参照 2015 年版《中国药典》(四部)方法测定,见表 3。结果显示土茯苓皮中铜和砷远高于去皮组和不去皮组,土茯苓皮和不去皮土茯苓片中铅含量远高于去皮组,三者中各元素均低于 2015 年版《中国药典》限量。

表 3 土茯苓样品中重金属含量比较

样品	Cu	As	Cd	Hg	Pb
Y3	3.1	0.07	≤0.004	≤0.021	0.24
Q3	2.8	0.06	≤0.004	≤0.021	0.07
P3	8.0	0.74	≤0.004	≤0.021	0.25

注: Cd 和 Hg 的含量均小于定量限, 但被检出。

**2.5 指标成分含量分析** 采用 SPSS 13.0 软件对土茯苓样品中各指标成分的含量进行统计, 利用 SIMCA 13.0 Demo 软件进行聚类分析。结果发现土茯苓去皮组、不去皮组、皮样品中各成分之间有一定差异, 且具有统计学意义, 以总黄酮、落新妇苷及白藜芦醇为指标, 土茯苓皮组与去皮组、不去皮组具有极显著差异, 不去皮组与去皮组具有差异; 以花旗松素为指标, 土茯苓皮组与去皮组、不去皮组具有极显著差异, 去皮组与不去皮组差异不显著。

**2.5.1 主成分分析 (PCA)** 将表 2 数据导入 SIMCA 13.0 Demo 软件, 采用非监督模式识别法观

察样品的自然聚集, 见图 2。结果显示样品间的差异明显, 分为 3 组, 与统计结果一致。

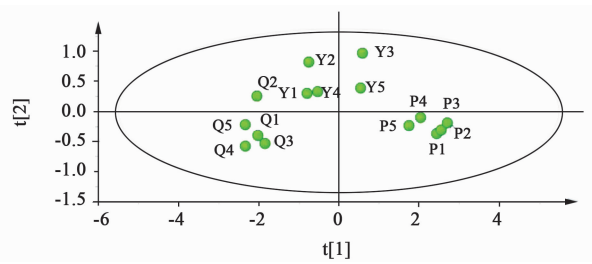


图 2 土茯苓样品各成分含量的 PCA 得分

Fig. 2 PCA scores of content of each component in Smilacis Glabrae Rhizoma

**2.5.2 正交偏最小二乘判别分析 (OPLS-DA)** 为了更好地观察样品组间差异, 对 3 组样品进行 OPLS-DA 处理, 见图 3。结果显示 3 组样品聚类良好, 显著分离 (模型解释率  $R^2 X_{cum} = 0.986$ ,  $R^2 Y_{cum} = 0.891$ , 预测准确度  $Q^2_{cum} = 0.83$ )。结合变量重要性投影 (variabl importance in the projection, VIP) 筛选差异性较大的成分, 见图 4。对 3 组样品差异影响最大的是白藜芦醇, 其次为落新妇苷和花旗松素, 影响最小的是总黄酮。

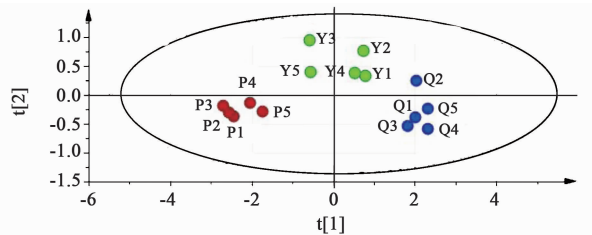


图 3 土茯苓样品各成分含量的 OPLS-DA 得分

Fig. 3 OPLS-DA scores of content of each component in Smilacis Glabrae Rhizoma

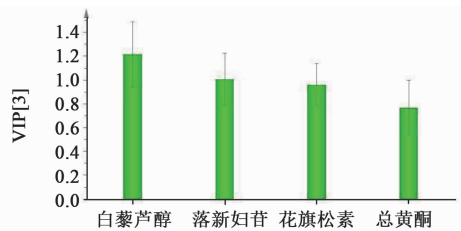


图 4 土茯苓样品各成分含量的变量重要性投影 ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

Fig. 4 Variable importance in the projection of content of each component in Smilacis Glabrae Rhizoma ( $\bar{x} \pm s, n = 3$ )

### 3 讨论

中药材产地加工过程中, 一些品种为了保证中药材的商品外观属性, 通常需要刮去外皮。本文研究表明土茯苓皮中有效成分含量远高于去皮土茯苓, 去皮对有效成分中影响最大的是白藜芦醇, 其次

是落新妇苷和花旗松素,影响最小的是总黄酮;土茯苓去皮后重金属元素含量有所降低,特别是铅含量降低非常显著,但去皮与否,其重金属含量均远低于规定的限量。故推断土茯苓的有效成分多集中在表皮部分,土茯苓去皮会导致有效成分严重损失;重金属元素多富集在土茯苓皮中,可能和表皮接触土壤有关,去皮会降低重金属含量,但影响有限。土茯苓表皮紧密贴合在根茎的表面,而且根茎形状极其不规则,很难完整或大面积剥落,造成去皮非常困难。鉴于此,本研究认为土茯苓作药用时,不需要去皮;作食用时,为了避免重金属蓄积,可选择去皮。

国内关于中药材去栓皮或表皮的研究不多,杨红兵等<sup>[12]</sup>研究了发汗与去皮对厚朴中酚类成分含量的影响,认为去皮常会使酚量减少,建议取消去皮工序。范俊安等<sup>[13]</sup>比较了重庆垫江县药用牡丹根不同取材部位 HPLC 指纹图谱的异同,认为栓皮中总峰面积、共有峰面积之和均为栓皮 > 全根 > 原丹皮 > 木心 > 刮丹皮,建议加工过程中保留栓皮。上述研究结果与本文的结论相同。而许华容等<sup>[14]</sup>探讨了粉甘草去除栓皮的净制加工合理性,认为甘草栓皮与未去栓皮甘草中化学成分有较明显的不同,推测粉甘草在净制加工过程中去除栓皮是有一定原因的。综上分析,可初步推断中药材的栓皮中含有较高的有效成分或与药材有差异的成分,因此不能贸然去之。但除此之外的大多数中药材尚无相关研究,因此本结论需要更多种类的中药材进行验证。

目前,我国各地中药材加工方法混乱,缺乏统一的标准,已经成为中药产业发展的瓶颈。中药材加工技术亟待提高和规范,加强基础研究至关重要。本文针对中药材产地加工的去皮环节进行探讨,可以丰富中药材产地加工的基础理论,同时也可同类研究提供借鉴。本文评价指标的选取参考了2015年版《中国药典》和近些年的研究成果,具有一定的局限性,比如土茯苓多糖等指标并未进行考察,

且研究结果还需药效学实验证实。土茯苓在我国长江以南地区分布广泛,目前入药品种仍以野生采收为主,各地的环境和土壤差别很大,其他地区的土茯苓是否符合以上规律,尚需进一步研究确认。

[参考文献]

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:18.
- [2] 苏颂. 图经本草[M]. 福州:福建科学技术出版社,1988:275.
- [3] 林耿丰. 土茯苓质量评价体系初步研究[D]. 广州:广州中医药大学,2011.
- [4] 张华. 断面类白色及红棕色土茯苓化学成分的分析研究[D]. 贵阳:贵阳中医学院,2013.
- [5] 吴博. 土茯苓化学成分和理化鉴别的研究[D]. 沈阳:沈阳药科大学,2009.
- [6] 胡梦梅. 土茯苓化学成分分离及抗炎活性研究[D]. 广州:广州中医药大学,2014.
- [7] 杜洪志,农亨,董立莎,等. 不同采集地土茯苓中(切面红色、白色)总糖及多糖含量分析与体外抗氧化作用[J]. 中国实验方剂学杂志,2015,21(14):39-43.
- [8] 付莹娟. 土茯苓黄酮的稳定性和对小鼠脂肪代谢的影响[D]. 南昌:江西农业大学,2014.
- [9] 黄河,蒋剑平,陈芝芸,等. 土茯苓大孔树脂不同洗脱部位的体外抗氧化活性研究[J]. 浙江中医药大学学报,2014,38(5):617-621.
- [10] 蒋颖,何顺秋,刘淑贞. 不同干燥方法对土茯苓品质的影响[J]. 广东药学院学报,2013,29(3):258-261.
- [11] 何艳君. 射干等鲜药材的产地初加工工艺研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2014.
- [12] 杨红兵,詹亚华,陈科力,等. 发汗与去皮对厚朴中酚类成分含量的影响[J]. 中药材,2007,30(1):22-23.
- [13] 范俊安,张艳,夏永鹏,等. 重庆垫江牡丹皮 HPLC 指纹图谱研究(IV)——不同部位的比较及其鉴别意义[J]. 中国药房,2010,21(23):2157-2159.
- [14] 许华容,石柏川,赵志刚. 粉甘草去除栓皮的净制加工合理性研究和探讨[J]. 辽宁中医药大学学报,2011,13(2):183-185.

[责任编辑 刘德文]