

不同初加工方法对黄精品质的影响研究[△]

朱新焰^{1*}, 丛琨¹, 石亚娜¹, 包和超², 张智慧¹, 王家金¹, 钱均祥¹, 季鹏章^{1,2#} (1. 云南省农业科学院药用植物研究所, 昆明 650205; 2. 云南中医药大学中药学院, 昆明 650500)

中图分类号 R931.4 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)18-2537-05
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.18.16

摘要 目的: 探索不同初加工方法对黄精品质的影响, 优化不同等级、不同形态黄精的初加工方法。方法: 经不同干燥法及煮制法、蒸制法处理黄精后, 利用硫酸-苯酚法对指标性成分黄精多糖进行含量测定, 同时考察药材醇溶性浸出物、水溶性浸出物及总灰分的含量, 筛选最佳初加工工艺。结果: 经不同方法处理后, 各级黄精样品均符合2015年版《中国药典》(一部)对黄精多糖($\geq 7\%$)、醇溶性浸出物($\geq 45\%$)及总灰分含量($\leq 4\%$)的要求; 从干燥方式来看, 微波干燥法优于烘箱干燥法; 对不同形态(个状及片状)黄精样品而言, 片状黄精品质优于个状黄精; 而对于初加工方法而言, 蒸制法优于煮制法。黄精“统货”蒸制、煮制时间分别在20、15 min时, 黄精多糖含量达到较高值。结论: 通过对不同的初加工方法分别进行探讨, 初步得到了黄精的个状、片状及“统货”样品进行高效初加工的方法, 可为有效利用黄精资源提供一定的科学依据。

关键词 黄精; 初加工; 品质评价; 黄精多糖

Study on the Effects of Different Primary Processing Methods on the Quality of *Polygonatum sibiricum*

ZHU Xinyan¹, CONG Kun¹, SHI Yana¹, BAO Hechao², ZHANG Zhihui¹, WANG Jiajin¹, QIAN Junxiang¹, JI Pengzhang^{1,2} (1. Institute of Medicinal Plant, Yunnan Provincial Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China; 2. College of TCM, Yunnan University of TCM, Kunming 650500, China)

ABSTRACT OBJECTIVE: To explore the effects of different primary processing methods on quality change of *Polygonatum sibiricum*, and to optimize primary processing method of *P. sibiricum* with different grades and shapes. METHODS: After processed with different drying methods, boiling method and steaming method, sulfuric acid-phenol method was used to determine the contents of indicator component *P. sibiricum* polysaccharide in samples. The contents of ethanol-soluble extract, water-soluble extract and total ash were investigated. The optimal primary processing methods were screened. RESULTS: After processed with different methods, the contents of polysaccharide ($\geq 7\%$), ethanol-soluble extract ($\geq 45\%$) and total ash ($\leq 4\%$) of samples at all levels conformed to the requirements of the 2015 edition of *Chinese Pharmacopoeia* (part I); from aspect of drying method, microwave drying method was better than oven drying method; for *P. sibiricum* with different morphologies (individual and lamellar), the quality of lamellar samples of *P. sibiricum* was better than that of individual *P. sibiricum*. As primary processing method, steaming was better than boiling. The contents of *P. sibiricum* polysaccharide were in relatively high level, when the steaming and boiling time of gradeless and uniformly-priced goods of *P. sibiricum* were 20 and 15 minutes respectively. CONCLUSIONS: By discussing the different primary processing methods, high-efficient primary processing method for the individual and lamellar samples of *P. sibiricum* as well as gradeless and uniformly-priced goods of *P. sibiricum* are preliminarily obtained, which can provide a scientific basis for the effective utilization of *P. sibiricum* resources.

KEYWORDS *Polygonatum sibiricum*; Primary processing; Quality evaluation; *P. sibiricum* polysaccharide

黄精为百合科植物黄精(*Polygonatum sibiricum* Red.)的干燥根茎, 为2015年版《中国药典》(一部)^[1]收录的品种, 为中药黄精来源之一, 又称“鸡头黄精”“鸡头参”等。黄精是我国传统药食同源性的滋补中药, 其味甘, 性平, 具有养阴润肺、补脾益气及抗炎、抗肿瘤、抗病毒等功效^[2]。

现有文献关于黄精的初加工工艺或方法种类繁多,

△基金项目: 国家自然科学基金资助项目(No.31760347)

*助理研究员, 硕士。研究方向: 中药资源的开发与利用。电话: 0871-65033441。E-mail: 153042910@qq.com

#通信作者: 研究员, 博士。研究方向: 中药资源的开发与利用。电话: 0871-65033441。E-mail: 466192110@qq.com

以蒸煮法为主^[3-4]。如贺海花等^[5]考察了不同蒸制方法和时间对黄精中多糖含量的影响; 杨琳^[6]和王景媛等^[7]严格控制蒸煮时间, 对多糖、浸出物及灰分含量分别进行了研究。2015年版《中国药典》(一部)仅对黄精多糖、浸出物等指标作了规定, 尚未涉及初加工的技术参数。尽管对加工前后黄精中成分的含量变化有一些研究报道, 但不同加工工艺、方法对不同等级、不同形态的黄精中化学成分的影响尚缺乏系统的研究, 相对应的加工工艺也缺乏相应的技术参数^[8], 特别是同一品种不同形态黄精药材的加工工艺研究鲜见报道。药材加工后, 指标性成分的含量能直观地反映出其品质的优劣^[9]。黄精的化

学成分研究表明,黄精品质的判断依据主要以黄精多糖、醇溶性浸出物、水溶性浸出物、总灰分的含量等为指标^[6]。为此,本研究采用黄精(*P. sibiricum* Red.)为对象,通过对不同形态的药材(片状、个状)进行分级后,按不同方法进行初加工,再分别测定各工艺方法下黄精多糖、醇溶性浸出物、水溶性浸出物、总灰分等指标的含量,以期优化出黄精的蒸制、煮制及干燥的初加工工艺参数,为黄精初加工工艺的优化提供理论依据。

1 材料

1.1 仪器

150B型高速中药粉碎机(瑞安市永历制药机械有限公司);DRHH-2型数显恒温水浴锅(上海双捷实验设备有限公司);FA1004型电子分析天平(上海舜宇恒平科学仪器有限公司);GZX-GF101-3-BS-II型电热恒温鼓风干燥箱(上海跃进医疗器械有限公司);TDL-40B型低速台式大容量离心机(上海安亭科学仪器厂);752N型紫外分光光度计(上海仪电分析仪器有限公司);SX-4-10型箱式电阻炉(大龙医疗设备有限公司);KSW型电炉温度控制器(北京市永光明医疗仪器厂);G90F25CN3L-C2(G1)型微波炉(广东格兰仕微波炉电器制造有限公司)。

1.2 药品与试剂

D-葡萄糖对照品(中国食品药品检定研究院,批号:110833-201205,含量以99.5%计);无水乙醇、苯酚、浓硫酸等均为分析纯,水为纯化水。

1.3 药材

黄精药材分别采自云南保山(批号:20150117-2,家种)、云南文山(批号:20150104-1,家种)、云南临沧(批号:20150108-2,家种),经云南省农业科学院药用植物研究所季鹏章研究员鉴定为百合科植物黄精(*P. sibiricum* Red.)的全草。

2 方法

2.1 材料预处理

将3年生新鲜黄精去除地上部分,取其根茎,洗净泥沙,除去根,供净选用。选取无病虫害、无腐烂破损且块大肥润、色黄、断面呈角质透明的黄精原料,称定质量并做好记录,供分级使用。

2.2 样品分级

依据“2.1”材料预处理方法和已有的分级方法^[6]将个状黄精分为:一级,70 g以上;二级,20~70 g;三级,20 g以下。依据对片状黄精加工的文献报道^[2,6],片状黄精的切片厚度<1 cm。

2.3 干燥方法及时间的筛选

取同一级别相同质量的黄精样品分别进行烘箱和微波法干燥,依照材料预处理、样品分级结果和现有文

献报道^[5-6,8],设定烘箱温度为50℃,微波则使用中火(功率为550 W),干燥后取出,分别进行多糖等内在指标含量检测与分析,比较两种干燥方法的优劣,确定干燥方法。黄精样品经煮/蒸制后,依照材料预处理、样品分级结果和现有文献报道^[5-6,8],8~26 min左右即可干燥该类药材,设定个状样品干燥时间为6~30 min不等,每隔2 min为1个时间梯度;设定片状样品干燥时间为3~12 min不等,每隔1 min为1个时间梯度。干燥后取出晾凉,用高速中药粉碎机进行粉碎,过120目筛后进行多糖等内在指标检测与分析,确定各级样品的最佳干燥时间。

2.4 煮制、蒸制法的时间筛选

2.4.1 煮制法单因素试验 依照材料预处理、样品分级结果和现有文献报道^[5-6],黄精药材样品在沸水中煮制11~17 min左右时可至透心,故选取沸水煮制透心时间区间为:黄精个状10~20 min、片状10~15 min,每隔1 min为1个时间梯度,优选最佳煮制时间。每次处理随机称取各级样品300 g,用水量以没过样品为准,水沸时放入样品,计时,煮好后,取出晾凉,一次处理完后再换水处理下一批。随后进行干燥,用高速中药粉碎机进行粉碎,过120目筛后进行多糖等内在指标的检测与分析。

2.4.2 蒸制法单因素试验 依照材料预处理、样品分级结果和现有文献报道^[5-6],黄精药材样品在沸水中蒸制16~24 min左右时可至透心,故选取沸水蒸制透心时间区间为:黄精个状15~25 min、片状15~20 min,每隔1 min为1个时间梯度,优选最佳蒸制时间。每次处理随机称取各级样品300 g,水沸时于蒸笼中放入样品,计时,蒸好后,取出晾凉,一次处理完后再换水处理下一批。随后进行干燥,用高速中药粉碎机进行粉碎,过120目筛后进行多糖等内在指标的检测与分析。

2.5 黄精“统货”初加工的工艺筛选

使用“2.1”项下方法对黄精净选后,按照产地传统的粗放型初加工方式进行处理,即不对药材进行分等级、分大小及不切片处理,以“统货”形式初加工。根据3年生黄精个体大小和文献报道^[5-6,8],设置15、20、25、30 min等4个时间段,每隔5 min为1个时间梯度,分别进行煮制和蒸制,随后进行干燥,用高速中药粉碎机进行粉碎,过120目筛后进行多糖等内在指标的检测与分析。

2.6 多糖含量测定

采用硫酸-苯酚法测定。

2.6.1 多糖提取与供试品溶液的制备 精密称取经初加工处理的黄精粉末0.25 g于100 mL烧杯中,加50 mL水,用保鲜膜和皮筋封口,置于沸水浴中连续提取1 h,取出冷却后滤过,取滤液5 mL于50 mL离心管中,加无水乙醇30 mL摇匀,静置1 h,4 000 r/min离心10 min,弃

去上清液,沉淀以50~60℃热水复溶,放冷,用水定容于100 mL量瓶中,摇匀,即得供试品溶液^[10-11]。

2.6.2 标准品溶液的制备 精密称取105℃干燥至恒定质量的D-葡萄糖对照品33 mg,置于100 mL量瓶中,加水溶解并稀释至刻度,即得葡萄糖标准品溶液。

2.6.3 苯酚溶液的制备 精密称取苯酚5 g,置于100 mL量瓶中,水浴加热溶解,加适量水快速稀释至刻度(避免挥发),混匀,即得。

2.6.4 测定波长的选择 按“2.6.1”“2.6.2”项下方法制备供试品及标准品溶液各适量,分别加水至1 mL,置于冰水浴中,依次加入“2.6.3”项下苯酚溶液1 mL和浓硫酸5 mL,摇匀,置水浴中加热10 min后,取出,冷却至室温,随后在400~700 nm波长范围内进行扫描。结果,两者均在490 nm波长附近均有最大吸收,即以490 nm为检测波长。

2.6.5 线性关系考察 使用移液枪精密吸取葡萄糖标准品溶液0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mL,置于10 mL具塞试管中,各加水至1 mL,按“2.6.4”项下方法显色后,作为系列标曲标准品溶液;另取2 mL水,同法处理,作为空白对照溶液。将上述溶液于490 nm波长下测定吸光度,以葡萄糖质量浓度(x, mg/mL)为横坐标、吸光度(y)为纵坐标进行线性回归,得回归方程为 $y=0.8305x-0.0045$ ($r=0.9990$, $n=6$),表明葡萄糖检测质量浓度的线性范围为0.00471~0.0272 mg/mL。

2.6.6 精密度试验 使用移液枪精密吸取葡萄糖标准品溶液0.5 mL,共6份,按“2.6.5”项下方法显色并测定吸光度。结果,吸光度的RSD为1.19%($n=6$),表明仪器精密度良好。

2.6.7 稳定性试验 分别精密量取标准品及供试品溶液0.5 mL,各6份,按“2.6.5”项下方法显色,并每隔15 min测定1次吸光度,共计6次。结果,标准品溶液和供试品溶液吸光度的RSD分别为0.98%和1.06%($n=6$),表明两者在90 min内稳定性良好。

2.6.8 重复性试验 精密称取经初加工处理的黄精粉末0.25 g,共6份,按“2.6.1”项下方法制备供试品溶液,再按“2.6.5”项下方法显色并测定吸光度。结果,吸光度的RSD为1.18%($n=6$),表明该方法重复性良好。

2.6.9 加样回收试验 精密称取经初加工处理且干燥至恒定质量的黄精粉末9份,按“2.6.1”项下方法制备供试品溶液。再精确称取葡萄糖对照品0.105 g,置于100 mL量瓶中,配成质量浓度为1.05 mg/mL的溶液。精密吸取上述供试品溶液各0.5 mL,置于刻度比色管中,分别精密加入定量的上述葡萄糖溶液,再按“2.6.5”项下方法显色并测定吸光度,计算加样回收率。结果,平均加样回收率为99.84%,RSD为1.56%($n=9$),表明该法准确性较高,符合含量测定要求^[12]。

2.6.10 样品测定 精密称取经初加工处理的黄精粉末适量,按“2.6.1”项下方法提取多糖并制备供试品溶液,再按“2.6.5”项下方法显色并测定吸光度,按回归方程计算含量^[13-14]。

2.7 浸出物及总灰分的测定

分别按2015年版《中国药典》(四部)^[15]的方法测定醇溶性、水溶性浸出物以及总灰分的含量。

3 结果

3.1 干燥方法筛选结果

微波及烘箱干燥的醇溶性浸出物平均含量分别为55.66%、52.81%,水溶性浸出物平均含量分别为62.64%、59.17%,总灰分平均含量为3.12%、3.39%,均符合2015年版《中国药典》(一部)的要求^[1]。微波干燥样品的多糖平均含量普遍高于烘箱干燥,故后续试验将采取微波干燥法进行干燥,结果见表1。

表1 不同干燥方法对黄精多糖含量的影响

Tab 1 Effects of different drying methods on the contents of *P. sibiricum* polysaccharide

干燥方法	干燥时间	黄精多糖含量, %
烘箱干燥	48 h	11.56
	56 h	12.54
	72 h	12.17
微波干燥	7 min	12.95
	9 min	14.68
	10 min	12.66

3.2 不同加工方法对各级黄精品质的影响

3.2.1 个状各级黄精初加工方法比较 对黄精个状各级样品进行煮制与蒸制,依据干燥方法筛选结果,进行微波干燥后(下同),按“2.6.1”项下方法制备供试品溶液,每个品种选取3个批次,每个批次进行3次重复试验,分别测定黄精多糖等含量等指标,取平均值。结果,蒸、煮法的醇溶性浸出物平均含量分别为58.39%、57.63%,水溶性浸出物平均含量分别为59.17%、62.64%,总灰分平均含量分别为3.39%、3.12%,均符合2015年版《中国药典》(一部)的要求^[1];黄精多糖含量以一级最高,二级次之,三级较低;且蒸制法的黄精多糖含量均比煮制法高,详见表2。

表2 不同加工方法对各级个状黄精多糖含量的影响

Tab 2 Effects of different processing methods on the contents of *P. sibiricum* polysaccharide in individual samples

级别	加工方法	煮、蒸制时间, min	干燥时间, min	黄精多糖含量, %
一级	煮制	19	21	18.52
	蒸制	24	16	19.47
二级	煮制	15	15	17.58
	蒸制	20	13	17.69
三级	煮制	13	12	15.02
	蒸制	17	9	16.23

3.2.2 片状黄精初加工方法比较 分别对黄精片状各级样品进行煮制与蒸制,依据预试验结果进行微波干燥后,按“2.6.1”项下方法制备供试品溶液,每个品种选取3个批次,每个批次进行3次重复试验,分别测定黄精多糖含量等指标,取平均值。结果,蒸、煮法的醇溶性浸出物平均含量分别为70.43%、70.30%,水溶性浸出物平均含量分别为65.41%、61.64%,总灰分平均含量分别为2.86%、2.80%,均符合2015年版《中国药典》(一部)的要求^[1];蒸制法的黄精多糖含量均比煮制法高,提示对于片状样品蒸制法优于煮制法,详见表3。

表3 不同加工方法对片状黄精多糖含量的影响

Tab 3 Effects of different processing methods on the contents of *P. sibiricum* polysaccharide in lamellar samples

级别	加工方法	蒸、煮时间,min	干燥时间,min	黄精多糖含量,%
片状	煮制	8	8	20.66
	蒸制	14	6	22.17

由表2、表3可见,黄精个状、片状样品均以蒸制法为宜,各级样品最佳蒸制时间分别是:黄精个状一、二、三级样品分别为24、20、17 min;片状为14 min。同一级别样品,煮制法的微波干燥时间要长于蒸制法,干燥时间随样品大小或级别的降低而降低,与相关研究报道^[5-6,16]基本一致。此外本研究结果还显示,在采用相同的初加工方法处理时,片状样品的黄精多糖含量普遍高于个状样品。

3.3 不同加工方法对黄精“统货”品质的影响及时间优化结果

在初加工时间段内用蒸、煮法处理“统货”黄精样品时,其醇溶性浸出物平均含量分别为56.20%和55.37%,水溶性浸出物平均含量分别为64.05%和62.12%,总灰分平均含量分别为3.21%和3.14%,均高于2015年版《中国药典》(一部)的要求^[1]。采用蒸制法时,黄精多糖含量先上升至最大值,在20~25 min时开始下降;采用煮制法时,黄精多糖含量呈下降趋势。蒸制法黄精多糖含量高于煮制法,即黄精蒸制及煮制时间分别在20 min及15 min左右时,多糖含量最高,详见表4。

表4 不同加工方法对“统货”黄精多糖含量的影响

Tab 4 Effects of different processing methods on the contents of *P. sibiricum* polysaccharide in gradeless and uniformly- priced goods

加工时间,min	黄精多糖含量,%	
	蒸制黄精	煮制黄精
15	10.73	13.64
20	13.85	12.24
25	13.71	10.12
30	12.36	9.03

4 讨论

本研究通过对黄精药材进行详细分级后,采取了一系列的初加工方法探索;同时,对黄精“统货”进行了初加工工艺的优化,初步得到了黄精各级药材的初加工方法及相关参数,可为传统的产地初加工提供参考依据。结果显示:(1)黄精切片后初加工的品质优于个状初加工的品质。无论是蒸制法还是煮制法,片状加工时间均短于个状,且片状样品的多糖含量均高于个状药材。这与切片后增大了药材与水分子或水蒸气接触的表面积有关,接触面积的增大使得药材温度在短时间内升至水温,内部相关酶的活性被充分抑制,化学成分也得到了极大的保留,从而相应减少了成分的损失^[5]。(2)蒸制法优于煮制法。在药材个体较大、处理时间相对较长的初加工中,蒸制黄精品质高于煮制黄精品质,原因有二:一是蒸制时,药材不与水直接接触,而水温到100℃时才会产生蒸气,水蒸气要使药材内部各种酶类达到灭活的效果,往往需要较长的时间,所以使用该法初加工的药材,其化学成分含量达到最高值所需要的时间要长于煮制法;二是煮制时,药材直接与沸水接触,使得药材化学成分含量可在较短的时间内到达最高值。而随着煮制时间延长至黄精透心,其水溶性成分也随之流失,损失较大,这是煮制时黄精含量在较短时间内迅速升高,而后又降低的主要原因^[5-6]。(3)微波干燥法优于烘箱干燥法。烘干是由表及里的干燥过程,但干燥后的外层会直接影响药材内部水分的蒸发,温度过高和时间过长均会使部分糖分损失,进而影响药材的品质^[8,14];而微波干燥则刚好相反,是由内到外的干燥形式,干燥时间更易控制,且干燥彻底、均匀,干燥用时短,大大减少了有效成分的损失^[14,17]。

综上,本研究通过对不同的初加工方法分别进行探讨,初步得到了黄精的个状、片状及“统货”样品的初加工工艺参数,可为有效利用黄精资源提供一定的科学依据。本课题组后续将对黄精药材的加工工艺特别是深加工方面进行深入研究。

参考文献

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:一部[S]:2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:306-307.
- [2] 段秀彦.黄精药材企业质量标准研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [3] 姜程曦,洪涛,熊伟.黄精产业发展存在的问题及对策研究[J].中草药,2015,46(8):1247-1250.
- [4] 苏文田,刘跃钧,蒋燕锋,等.黄精产业发展现状与可持续发展的建议[J].中国中药杂志,2018,43(13):2831-2835.
- [5] 贺海花,杨云,王爽,等.不同蒸制方法和时间对黄精中多糖含量的影响[J].中药材,2009,32(6):861-862.

不同产地刺五加中多糖含量测定、聚类分析及其超声提取工艺优化^Δ

李俊萍^{1*}, 郭盛磊^{1,2}, 王谦博³, 付士朋¹, 王振月^{1#}(1.黑龙江中医药大学药学院, 哈尔滨 150040; 2.黑龙江珍宝岛药业股份有限公司博士后科研工作站, 哈尔滨 150040; 3.广东药科大学附属第一医院药学部, 广州 510000)

中图分类号 R284.2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2019)18-2541-05

DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.18.17

摘要 目的:建立测定刺五加中多糖含量的方法,并对其进行聚类分析及超声提取工艺优化。方法:采用硫酸-苯酚法测定刺五加中多糖的含量。采用SPSS 23.0软件对17个不同产地刺五加进行聚类分析。采用L₉(3⁴)正交试验设计以提取温度、料液比、提取时间为考察因素,多糖含量为考察指标对其超声提取工艺进行优化并验证。结果:葡萄糖质量浓度线性范围为0.007 75~0.151 mg/mL($r=0.999 1$);定量限、检测限分别为2.854、0.856 μg/mL;精密度、稳定性、重复性试验的RSD均小于2%;加样回收率为98.41%~101.58%(RSD=1.23%, $n=6$)。聚类分析结果显示,17批药材样品可聚为3类,S1、S6、S10、S12、S13聚为一类,S3~S5、S7聚为一类,其余聚为一类。最优超声提取工艺为提取温度55℃、料液比1:10(g/mL)、提取时间35 min;3次验证试验结果显示,最优工艺所得多糖平均含量为4.36%(RSD=0.92%, $n=3$)。结论:所建含量测定方法操作简便、重复性较好,可用于测定刺五加中多糖含量;优化后的超声提取工艺稳定、可行。

关键词 刺五加;多糖;硫酸-苯酚法;含量测定;正交试验;超声提取工艺;聚类分析

Determination of Polysaccharide Content, Cluster Analysis in *Acanthopanax senticosus* from Different Producing Areas and Optimization of Its Ultrasonic Extraction Technology

LI Junping¹, GUO Shenglei^{1, 2}, WANG Qianbo³, FU Shipeng¹, WANG Zhenyue¹ (1. College of Pharmacy, Heilongjiang University of TCM, Harbin 150040, China; 2. Postdoctoral Programme of Heilongjiang ZBD Pharmaceutical Co., Ltd., Harbin 150040, China; 3. Dept. of Pharmacy, the First Affiliated Hospital of Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510000, China)

- [6] 杨琳.黄精的产地初加工工艺研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2015.
- [7] 王景媛,翟思程,王昌利,等.黄精产地加工与炮制一体化可行性探讨[J].现代中医药,2017,37(5):105-108.
- [8] 衡银雪,郑旭煦,殷钟意,等.不同干燥方法对黄精干燥特性和品质的影响[J].食品工业科技,2018,39(7):158-161,167.
- [9] 张洪坤,王其丰,郭长达,等.不同加工方法牡丹皮中7种指标性成分的含量测定及质量评价[J].中国药房,2018,29(22):3063-3068.
- [10] 徐兵兵,于勇杰,吴帆,等.黄精多糖研究综述[J].中国野生植物资源,2015,34(4):38-41,46.
- [11] 梁引库.黄精多糖提取工艺的研究[J].中国农学通报,2012,28(12):269-272.
- [12] 朱新焰,字淑慧,王家金,等.白及与2种近缘种的多糖组织化学定位及含量测定研究[J].中药材,2018,41(12):2774-2778.
- [13] 蓝松.苯酚-硫酸法测定黄精多糖含量研究[J].广东化工,2013,40(18):132-133.
- [14] 郭未艳,孙秋燕,徐晓红,等.滇黄精多糖提取的工艺组合及其优化[J].时珍国医国药,2013,24(6):1391-1393.
- [15] 国家药典委员会.中华人民共和国药典:四部[S].2015年版.北京:中国医药科技出版社,2015:202,204.
- [16] 陈丽霞,王建科,耿晓玲.综合评分法优选黄精蒸制工艺[J].微量元素与健康研究,2017,34(5):38-40.
- [17] 彭星星,王德群,彭华胜.历代本草中“九蒸九晒”药材加工的沿革与变迁浅谈[J].皖西学院学报,2018,34(2):92-99.

Δ 基金项目:国家重点研发计划子课题(No.2016YFC0500303-05);国家科技重大专项和重点研发项目(No.GX17C006);黑龙江省博士后资助项目(No.LBH-Z17208)

* 硕士研究生。研究方向:中药资源与开发。E-mail:15645015705@163.com

通信作者:教授,博士生导师。研究方向:中药资源与开发。电话:0451-87266873。E-mail:wangzhen_yue@163.com

(收稿日期:2018-12-20 修回日期:2019-08-09)

(编辑:余庆华)