

基于多指标的半夏产地加工去皮前加工工艺研究

肖锟钰¹, 雷 林¹, 陶彩霞¹, 林 雄¹, 王光忠^{1,2}, 李水清^{1,2}, 黄必胜^{1*}, 刘艳菊^{1,2*}

1. 湖北中医药大学药学院, 湖北 武汉 430065

2. 湖北省中药炮制工程技术研究中心, 湖北 武汉 430065

摘 要: 目的 研究半夏 *Pinelliae Rhizoma* 产地加工去皮前的处理方法及工艺参数, 为保证半夏药材质量提供关键的技术参数。方法 分别采用“自然发汗”“拌石灰粉”“拌石灰水”3 种方法处理, 在各法处理第 2、4、6、8 天取样、去皮。以样品外观性状、叶绿素含量、去皮率、得率、浸出物和琥珀酸含量为指标进行综合评价。结果 以样品性状及叶绿素含量为指标评价时, 半夏质量以拌石灰水法为最佳, 其次为拌石灰粉; 以样品去皮率、得率及浸出物和琥珀酸含量为评价指标时, 以拌石灰粉处理 4 d 的样品较好。按总评归一法综合评分, 确定拌石灰粉处理 4 d 为最佳处理方法。结论 半夏产地加工去皮前以拌石灰粉(每 100 kg 鲜半夏用石灰为 10 kg)处理 4 d 为最佳, 该方法简便, 药材质量好。

关键词: 半夏; 去皮; 性状; 浸出物; 琥珀酸; 拌石灰粉

中图分类号: R286 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2021)08-2421-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.08.027

Study of field processing before peeling process of *Pinelliae Rhizoma* based on multi-index overall desirability

XIAO Kun-yu¹, LEI Lin¹, TAO Cai-xia¹, LIN Xiong¹, WANG Guang-zhong^{1, 2}, LI Shui-qing^{1, 2}, HUANG Bi-sheng¹, LIU Yan-ju^{1, 2}

1. School of Pharmacy, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China

2. Hubei Engineering Research Center of Chinese Material Medica Processing Technology, Wuhan 430065, China

Abstract: Objective To study the process parameters and pre-peeling method before field processing of *Pinelliae Rhizoma*, and to guarantee key technical parameter for the quality of *Pinelliae Rhizoma*. **Methods** Three methods of “natural sweating”, “mixing lime powder” and “mixing lime water” were used. Samples were taken away and peel on the 2nd, 4th, 6th, and 8th d of each method. Macroscopic evaluation was performed by using the sample appearance characteristics, determination of chlorophyll content, peeling rate and yield rate, extractum and succinic acid contents as indicators. **Results** When evaluating indicator based on sample properties and chlorophyll content, the method of mixing lime water was the best, followed by the mixing of lime powder; When evaluating indicator based on the sample peeling rate, yield rate, and extractum and succinic acid content, the samples treated with mixing lime powder for 4 d were best. According to the total evaluation and normalization method of comprehensive score, the best processing method was mixing the lime powder for 4 d. **Conclusion** *Pinelliae Rhizonma* before processing and peeling is treated with lime powder (10 kg of lime per 100 kg of fresh *Pinelliae Rhizoma*) for 4 d for the best. The method is simple and the quality is pretty good.

Key words: *Pinellia ternatata* (Thunb.) Breit.; peeling; appearance characteristics; extractum; succinic acid

半夏是天南星科植物半夏 *Pinellia ternatata* (Thunb.) Breit. 的干燥块茎, 以干燥、粉性足、色白为佳。具有燥湿化痰、降逆止呕、消痞散结之功效^[1]。半夏有毒, 又是一味大宗中药, 年产量 4500~5800 t。主要含有机酸、核苷、生物碱等化学成分。目前半夏产地加工主要过程包括堆积发汗、

去皮、干燥等, 每一环节都关乎半夏质量。堆积发汗是半夏去皮前的处理方法, 可使半夏表皮适当腐烂, 便于去皮, 该操作对药农来说简单方便。但堆积存放时间稍长会导致块茎发绿、发芽或腐烂, 影响半夏质量和药效。经调研发现, 半夏去皮前处理还有石灰发酵法。但关于堆积发汗与石灰处理哪种

收稿日期: 2020-08-25

基金项目: 湖北省技术创新专项重大项目 (2019ACA119)

作者简介: 肖锟钰, 硕士研究生, 研究方向为中药炮制及其质量控制研究。Tel: 13476800272 E-mail: 932071172@qq.com

*通信作者: 黄必胜, 教授, 研究方向为中药资源。Tel: (027)68890006 E-mail: hbsh1963@163.com

刘艳菊, 女, 博士生导师, 教授, 研究方向为中药炮制及其质量控制研究。Tel: (027)68890231 E-mail: lyj1965965@sohu.com

方法更适合半夏, 相关文献报道仅涉及化学成分, 而缺乏产地加工具体参数, 如去皮效率、性状评分等。针对上述问题, 作者通过文献研究和实地调研, 拟对半夏去皮前的处理进行不同方法比较研究, 包括自然发汗、拌石灰粉、拌石灰水 3 种方法, 以性状、半夏变绿情况、去皮率、得率和内在有效成分指标相结合进行综合分析, 以确定最佳处理方法及其工艺参数, 从而规范加工工艺, 为半夏产地加工提供关键技术。

1 仪器与试药

1.1 仪器

350 型-内钢款土豆去皮机(济宁万麟商贸有限公司), Cary 60 UV-Vis 型紫外可见分光光度计[安捷伦科技(中国)有限公司], BS210S 万分之一分析天平(北京赛多利斯天平有限公司), 101-0AB 型电热鼓风干燥箱(天津市泰斯特仪器有限公司), 98-I-B 型电子调温电热套(天津市泰斯特仪器有限公司), HHS-2S 电子恒温不锈钢水浴锅(上海虞龙仪器设备有限公司), 雷磁 PHS-3GpH 计(上海仪电科学仪器股份有限公司), DF-101S 集热式恒温加热磁力搅拌器(武汉科尔仪器设备有限公司), 酸碱滴定管, AS10020A 超声波清洗器(Tianjin Autoscience Instrument Co. Ltd), Precisa 360 ES 225SM-DR 十万分之一分析天平。

1.2 试药

生石灰(含钙量 $\geq 95\%$)、丙酮(AR 武汉市江北化学试剂有限责任公司)、甲基红指示剂(批号 20181218, 国药集团化学试剂有限公司)、溴甲酚绿指示剂(批号 20190326, 国药集团化学试剂有限公司)、酚酞(批号 20181208, 国药集团化学试剂有限公司)、95%乙醇(AR 国药集团化学试剂有限公

司)、氢氧化钠(国药集团化学试剂有限公司, 分析纯)、盐酸(武汉市江北化学试剂有限责任公司, 分析纯)。琥珀酸对照品(批号 PS001243)购自成都普思生物科技有限公司, 质量分数 $\geq 98\%$ 。

鲜半夏采自湖北潜江市潜半夏药业股份有限公司, 经湖北中医药大学刘大会教授鉴定为天南星科植物半夏 *P. ternata* (Thunb.) Breit. 的块茎。

2 方法与结果

2.1 样品制备

2.1.1 “自然发汗”样品 取直径为 1~1.5 cm 的鲜半夏分为 4 份, 每份 200 g, 堆放于墙角, 于第 2、4、6、8 天定时取样, 用去皮机去皮, 烘干, 制成半夏药材。

2.1.2 “拌石灰粉”样品 取直径为 1~1.5 cm 的鲜半夏分为 4 份, 每份 200 g, 加石灰粉拌匀(半夏与石灰比例 10:1)。于第 2、4、6、8 天定时取样, 用去皮机去皮, 烘干, 制成半夏药材。

2.1.3 “拌石灰水”样品 取直径为 1~1.5 cm 的鲜半夏分为 4 份, 每份 200 g, 加 25% 熟石灰水(半夏与石灰水比例 10 g:1)拌匀包裹。于第 2、4、6、8 天定时取样, 用去皮机去皮, 烘干, 制成半夏药材。

2.2 半夏性状评价

2.2.1 性状评分 一般鲜半夏堆积一段时间后会变绿、发芽或腐烂, 为评价不同方法保存的完好情况, 参照文献^[2], 对处理过程中半夏性状进行评分。结果显示, 随着处理时间延长, 自然发汗样品分值明显降低, 腐烂、变绿、长芽较为严重; 拌石灰粉样品分值也有所降低, 拌石灰水法的评分较稳定, 样品性状变化较小。评分标准见表 1, 样品评分结果见表 2。

表 1 半夏外观性状评分标准

Table 1 Evaluation standards for appearance characteristics of *Pinelliae Rhizoma*

指标	0.5 分	1 分	1.5 分	2.0 分
颜色	块茎表面多为绿色	块茎表面多为黄绿色	块茎表面多为黄白色	块茎表面多为白色
发芽程度	块茎部分见发芽	块茎偶见发芽	块茎少见发芽	块茎未见发芽
腐烂程度	表皮难以脱落	表皮不易脱落	表皮较易脱落	表皮易脱落

表 2 不同处理方法样品外观性状评分结果

Table 2 Evaluation results for appearance characteristics of each sample with different methods

处理方法	第 2 天				第 4 天				第 6 天				第 8 天			
	颜色	发芽程度	腐烂程度	总分	颜色	发芽程度	腐烂程度	总分	颜色	发芽程度	腐烂程度	总分	颜色	发芽程度	腐烂程度	总分
自然发汗	1.5	1.5	1.0	4.0	1.0	1.5	0.5	3.0	1.0	0.5	0.5	2.0	0.5	0.5	0.5	1.5
拌石灰粉	2.0	2.0	1.5	5.5	1.5	1.5	2.0	5.0	1.0	1.5	2.0	4.5	1.0	1.5	1.5	4.0
拌石灰水	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	1.5	1.5	5.0

2.2.2 叶绿素含量的测定 存放方法不当,半夏块茎易绿变,意味着有一定量的叶绿素生成。在叶绿素生成过程中会消耗植物体内营养及酶类等物质,可能降低半夏的活性。为此,对半夏除性状描述外,进一步对叶绿素含量进行测定,更准确比较样品变绿程度。本实验参照文献方法^[3],测定不同方法半夏块茎叶绿素的含量。

采用四分法分别取 3 种方法处理不同天数的样品各 10.00 g,将其分别放入研钵中碾碎,加入少量 80%丙酮,研磨至组织全部变白。滤过到棕色瓶中,洗涤至滤纸无绿色,然后定容至 10 mL。即得各样品供试品。以 80%的丙酮为空白,在波长 663.6 nm 和 646.6 nm 测定吸光值(A),所得的 A 值代入公式^[4],计算叶绿素含量:

$$\text{叶绿素含量 (Cchl)} = \text{Ca} + \text{Cb}^{[5]}$$

$$\text{Ca} = 12.25 \times A_{663.6} - 2.55 \times A_{646.6}$$

$$\text{Cb} = 20.31 \times A_{646.6} - 4.91 \times A_{663.6}$$

$$\text{色素含量} = \text{Cchl} \times 0.010 / \text{块茎取样量}$$

以处理天数为横坐标,叶绿素含量为纵坐标绘制各方法的折线图,见图 1。

结果显示,各方法随着处理天数增加,样品叶绿素含量均逐渐升高,其中自然发汗含量升高最为明显,拌石灰粉次之,拌石灰水叶绿素含量最低,变化最慢。综合半夏性状和叶绿素含量变

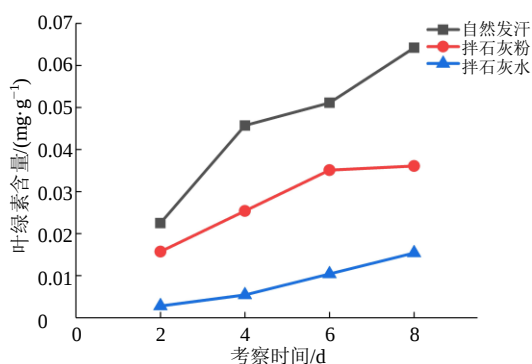


图 1 不同处理方法叶绿素含量随时间变化趋势

Fig. 1 Variation trend towards chlorophyll content along time with different methods

化趋势,认为拌石灰水最稳定,拌石灰粉次之。

2.3 半夏去皮率及得率的测定

分别取不同方法处理的半夏,放入去皮机中,以 450~500 r/min 的转速旋转摩擦去皮 5 min,擦干水后称定质量,计算各样品的去皮率及得率,结果见表 3 和 4。参照文献方法^[6]计算。

$$\text{去皮率} = (\text{总粒数} - \text{带皮粒数}) / \text{总粒数}$$

$$\text{得率} = \text{半夏去皮后质量} / \text{半夏去皮前质量}$$

表 3、4 结果显示,从半夏去皮率看,各处理方法中拌石灰水组的去皮率较高,其次是拌石灰粉组,二者均优于自然发汗组。表明石灰作用于半夏表皮,能腐蚀表皮,提高半夏去皮效率。从产品得率看,拌石灰水低于拌石灰粉和自然发汗组。但均随着处理时间延长去皮率升高,得率却降低,2 指标相互制衡。因此需寻找去皮率和得率均较高的平衡点。通过绘制折线图,寻找两指标的折线交点,结果表明拌石灰粉和自然发汗法交点出现第 4 天左右(3.64、4.38 d),样品去皮率及得率较高,去皮效果最佳。拌石灰水法的交点在第 2 天(1.94 d),两指标均较低,效果较差。

2.4 浸出物的测定

参照《中国药典》2015 年版四部通则 2201(水溶性浸出物冷浸法)进行测定。测定结果见表 5。

表 3 不同处理方法样品去皮率

Table 3 Samples' peeling rate with different methods				
处理方法	去皮率/%			
	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天
自然发汗	61	72	73	86
拌石灰粉	63	78	87	98
拌石灰水	64	87	88	95

表 4 不同处理方法样品得率

Table 4 Samples' yield rate with different methods				
处理方法	得率/%			
	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天
自然发汗	73.76	74.76	61.25	60.51
拌石灰粉	76.77	74.98	63.45	56.45
拌石灰水	63.09	58.30	53.31	53.12

表 5 不同处理方法样品浸出物含量 ($\bar{x} \pm s$)

Table 5 Samples' extractum content with different methods ($\bar{x} \pm s$)

处理方法	浸出物/%			
	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天
自然发汗	21.34±0.00	22.48±0.01	22.15±0.02	21.84±0.01
拌石灰粉	21.12±0.05	23.76±0.03	19.11±0.01	18.91±0.05
拌石灰水	21.09±0.04	21.27±0.15	19.97±0.02	19.10±0.04

结果显示,各方法处理的样品随着处理时间的延长,浸出物呈先上升后下降趋势。不同的处理方法下,均以第 4 天浸出物较高,其中拌石灰粉样品浸出物含量最高。

2.5 琥珀酸的测定

2.5.1 标准 NaOH 滴定液的制备 参照《中国药典》2015 年版第四部通则 8006 进行配制并用酚酞指示剂进行滴定,所得 NaOH 标准溶液的浓度为 0.100 51 mol/L。

2.5.2 标准 HCl 滴定液的制备 参照《中国药典》2015 年版第四部通则 8006 进行配制并用甲基红-溴甲酚绿混合指示剂滴定,所得 HCl 标准溶液的浓度为 0.096 26 mol/L。

2.5.3 对照品溶液的制备 精密称取 18.2 mg 琥珀酸对照品,精密加入标准 NaOH 滴定液 10 mL,超声处理 30 min,转移至 50 mL 量瓶中,加冷的双蒸水定容,摇匀,制成 0.364 mg/mL 的琥珀酸对照品溶液。

2.5.4 供试品溶液的制备 取半夏粉末(过四号筛)约 5 g,精密称定于 250 mL 锥形瓶中,加 95%乙醇 50 mL,加热回流 1 h,同上操作,再重复提取 2 次,放冷滤过,合并滤液,蒸干,残渣精密加入氢氧化钠滴定液 10 mL,超声处理 30 min,转移至 50 mL 量瓶中,加双蒸水至刻度,摇匀,即得。

2.5.5 琥珀酸对照品溶液的电位突跃范围测定 精密吸取质量浓度 0.364 mg/mL 的琥珀酸对照品溶液 25 mL,置小烧杯中,将烧杯置于磁力搅拌器的磁盘上,浸入 pH 复合电极,以标准 HCl 溶液滴定,分阶段记录电位。记录消耗盐酸溶液的体积和电位值,以电位的变化量(ΔE)和体积的变化量(ΔV)的比值为纵坐标,电位变化前后所用 HCl 溶液体积的平均值(V)为横坐标作图,用 Origin 2017 绘制电位曲线图。见图 2。

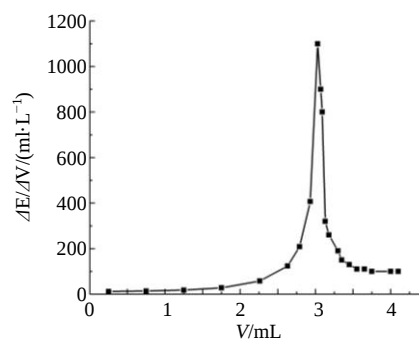


图 2 琥珀酸标准溶液电位滴定曲线

Fig. 2 Potential titration curve of succinic acid standard solution

2.5.6 供试品溶液的电位突跃范围测定 精密吸取 25 mL,照电位滴定法(《中国药典》第四部通则 0701)测定,用 HCl 滴定液滴定,并将滴定的结果用空白试验校正。每 1 毫升 NaOH 滴定液相当于 5.904 mg 的琥珀酸。滴定曲线见图 3,各样品结果见表 6。

表 6 结果显示,不同方法中,拌石灰粉组样品的琥珀酸含量最高。随着放置时间延长 3 种前处理方法样品的琥珀酸含量均呈持续降低的趋势。

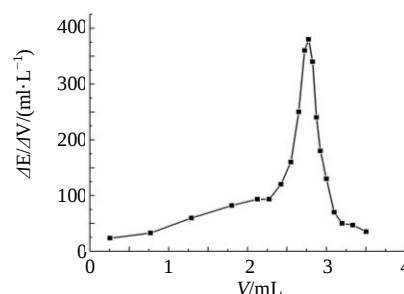


图 3 半夏样品中琥珀酸电位滴定曲线

Fig. 3 Potential titration curve of succinic acid in *Pinelliae Rhizoma*

表 6 不同处理方法样品琥珀酸含量 ($\bar{x} \pm s$)

Table 6 Samples' succinic acid content with different methods ($\bar{x} \pm s$)

处理方法	质量分数/%			
	第 2 天	第 4 天	第 6 天	第 8 天
自然发汗	0.32 ± 0.17	0.27 ± 0.21	0.26 ± 0.05	0.24 ± 0.04
拌石灰粉	0.34 ± 0.01	0.30 ± 0.04	0.29 ± 0.37	0.28 ± 0.24
拌石灰水	0.29 ± 0.29	0.27 ± 0.09	0.25 ± 0.15	0.23 ± 0.08

2.6 综合评分

上述研究中,以不同指标考察半夏不同处理方法时,显示各指标结果趋势较为一致,但又不完全统一。为了综合考虑半夏药材性状、去皮率、得率及内在指

标,对多个指标进行综合评分。参考文献报道^[7],采用 Hassan 方法对去皮率等 6 个指标进行总评归一化处理。本实验中叶绿素含量越小越好,除叶绿素外其它指标值越大越好,总评归一值(OD)及归一化结果见表 7。

表 7 不同处理方法各指标归一化结果

Table 7 Result of each indicator' normalization with different methods

处理方法	处理时间/d	归一化						OD 值	排序
		性状得分	叶绿素	去皮率	得率	浸出物	琥珀酸		
自然发汗	2	0.555 6	0.679 2	0.000 0	0.872 7	0.500 4	0.818 2	0.571 0	5
拌石灰粉	2	0.888 9	0.789 9	0.054 1	1.000 0	0.455 4	1.000 0	0.698 0	2
拌石灰水	2	1.000 0	1.000 0	0.081 1	0.421 6	0.449 9	0.545 5	0.583 0	4
自然发汗	4	0.333 3	0.301 3	0.297 3	0.915 0	0.736 0	0.363 6	0.491 1	7
拌石灰粉	4	0.777 8	0.631 9	0.459 5	0.924 3	1.000 7	0.636 4	0.738 4	1
拌石灰水	4	1.000 0	0.957 7	0.702 7	0.219 0	0.485 9	0.363 6	0.621 5	3
自然发汗	6	0.111 1	0.213 4	0.324 3	0.343 8	0.667 0	0.272 7	0.322 0	11
拌石灰粉	6	0.666 7	0.457 7	0.702 7	0.436 8	0.041 1	0.545 5	0.475 1	8
拌石灰水	6	1.000 0	0.876 2	0.729 7	0.008 0	0.219 1	0.181 8	0.502 5	6
自然发汗	8	0.000 0	0.000 0	0.675 7	0.312 5	0.605 1	0.090 9	0.280 7	12
拌石灰粉	8	0.555 6	0.473 9	1.000 0	0.140 8	0.000 4	0.454 5	0.437 5	9
拌石灰水	8	0.777 8	0.794 8	0.918 9	0.000 0	0.039 4	0.000 0	0.421 8	10

表 7 显示,在 12 组样品的结果中,OD 值排前 3 位的分别是 0.738 4、0.698 0、0.621 5,与之对应的样品分别是拌石灰粉第 4、2 天和拌石灰水第 4 天。总体分析,从处理方法来看,在各相同时间点均显示拌石灰粉方法优于拌石灰水优于自然发汗法;从样品处理时间来看,发现各方法处理第 2、4 天样品的 OD 值多大于第 6、8 天,说明在实际加工操作过程中,样品应该在短期内尽快处理。若堆积时间过长,将严重影响半夏药材的品质。根据综合分析结果,以 OD 值 0.7384 的方法为最佳,即采用半夏与石灰粉(100:10)拌匀处理 4 d 再去皮,样品质量和得率均较高。

3 讨论

目前在半夏产地加工去皮前有直接堆积发汗处理,亦有拌石灰法处理。直接堆积发汗简单省事,但容易变绿、发芽。拌石灰法在古籍中有记载,《本草品汇精要》记载:“【制】初采得当以灰裹,二日却,用汤泡洗十遍漉出,洗去滑……”《本草纲目拾遗》中提出仙半夏的制法为:“用大半夏一斤,石灰一斤,滚水七八碗,入盆内搅凉,澄清去渣……”,二者皆提到石灰处理。所以本实验对半夏去皮前处理不仅考察“自然发汗法”,还对“拌石灰粉”、“拌石灰水”方法进行考察,以优选合理方法。

目前半夏产地加工尚处于手工操作或半机械化操作水平,去皮效率低下。未及时处理的鲜半夏常摊放于仓库,随意堆积导致块茎发绿、腐烂。这将直接影响药材外观性状和内在质量。所以,本实验研究中不仅选择半夏性状(包括反映块茎绿变程度

的叶绿素含量)为指标,也考虑内在指标(浸出物及琥珀酸含量)。半夏产地加工去皮前处理的目的是为了更方便高效去皮,既要考虑去皮率,又要考虑得率,但这是一对矛盾指标,因此需寻找去皮率和得率合理的平衡点。浸出物和药典指标成分琥珀酸为《中国药典》控制半夏质量的评价指标,必须予以考虑。因此选择了多项指标对加工方法进行考察。通过对各指标结果分析发现各指标结果有一定趋势。

为了科学评估各方法的优劣,对多项指标采用了综合评分法处理优选最佳方法,既考虑性状,又兼顾有效成分。在综合评分时,对本实验所选 6 个指标采用 Hassan 方法进行总评归一化处理,将结果数据标准化为 0~1 的“归一值”,再求算术平均值,得总评“归一值”,即 OD 值。不管原指标是越大越好还是越小越好,经处理最终得到的 OD 值是越大越好,可直接反映各实验方法的优劣。该法将不同的数据按各自需求分别按归一化处理,针对性强;最终进行叠加加权得总评归一值,合理可信。

本实验研究发现,根据样品性状和叶绿素判断,随时间延长样品性状变差、变绿甚至发芽。其中拌石灰水变化最小,其次拌石灰粉法。半夏变绿主要由于半夏含有造粉体,当半夏块茎被挖出且接受光照刺激后,块茎中光敏色素叶绿素在淀粉粒附近合成,表面出现发青变绿现象^[8]。当用石灰处理半夏时类似于用特殊涂料隔绝空气,使块茎局部 CO₂ 浓度升高,块茎呼吸作用受到抑制,光合作用减弱,叶绿素累积减少,块茎变绿受到抑制^[9]。拌石灰粉和石灰水均可抑制半夏块茎叶绿素的合成,但石灰

粉包裹不如石灰水密闭性强,因此,其该样品叶绿素含量会高于拌石灰水组。综上,拌石灰水、拌石灰粉的方式可抑制半夏块茎变绿的现象,保存样品性状,可以在产地加工过程中推广。

半夏经石灰处理后表皮被腐蚀,其去皮率随处理时间延长而升高,同时块茎也更易在去皮过程被磨擦损耗,造成得率降低。综合考虑,拌石灰粉第 4 天处理的样品去皮率和得率均高于其他方法及时间,表明该方法效果最佳。对于浸出物,第 2 天取样显示 3 种方法无显著差异,且较低,到第 4 天各样品含量较高,其中拌石灰粉样品的浸出物含量最高;而处理 6、8 d 时,含量明显降低,与已报导文献^[10]有别。究其原因:2 次实验研究时间不完全重合,样品处理方法也不完全一致,所以浸出物变化趋势也不尽相同。但两者结果在某方面一致:除第 4 天拌石灰粉组浸出物含量最高外,其余天数自然发汗组浸出物含量最高。本实验经多次验证,水溶性浸出物变化规律稳定一致,分析原因可能与石灰用于发酵过程对蛋白、糖类等水溶性成分影响有关,其原因后期将进一步进行分析。对于琥珀酸含量,本次实验考察用石灰粉处理各天数的样品琥珀酸含量皆相对较高,不同方法下样品的琥珀酸含量随着处置时间的延长而降低,再次说明处理样品应尽早处理。

通过总评归一法对性状、叶绿素含量、去皮率、得率、浸出物含量、琥珀酸含量 6 个指标进行评分,综合评价半夏产地加工中不同去皮前处理方法及去皮参数,结果为拌石灰粉组第 4、2 天和拌石灰水第 4 天综合评分分别位于第 1、2、3 名,分值分别是

0.738 4、0.698 0、0.621 5,三者差异明显,因此认为以拌石灰粉法较合理,方法为按鲜半夏与石灰以 10:1 拌匀,存放 4 d 内去皮处理,不易腐烂、变绿、发芽,且成品得率高、去皮彻底,浸出物和琥珀酸含量高。该方法简便易得,可操作性强。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2015: 119.
- [2] 刘梦迪. 天冬饮片产地加工与炮制一体化工艺研究 [D]. 合肥: 安徽中医药大学, 2017.
- [3] 王瑞华, 马玉荣, 王庆国. 马铃薯块茎采后绿变研究进展 [J]. 食品工业科技, 2020, 41(1): 321-327.
- [4] 邱念伟, 王修顺, 杨发斌, 等. 叶绿素的快速提取与精密测定 [J]. 植物学报, 2016, 51(5): 667-678.
- [5] 王希希. 甜瓜属异源四倍体光合特性及其叶绿素生物合成研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2016.
- [6] 梁玉勇. 影响珍珠半夏加工过程中去皮率因素的研究 [J]. 北方园艺, 2010(21): 213-214.
- [7] 张林, 李元波, 张爱军. 总评“归一值”优选银马口服液的澄清工艺 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(2): 24-27.
- [8] Muraja-Fras J, Krsnik-Rasol M, Wrischer M. Plastid transformation in greening potato tuber tissue [J]. *J Plant Physiol*, 1994, 144(1): 58-63.
- [9] 林伟宏, 王大力. 大气二氧化碳升高对水稻生长及同化物分配的影响 [J]. 科学通报, 1998, 43(21): 2299-2302.
- [10] 林昶, 陈蕾蕾, 谯政文, 等. 半夏产地加工过程中不同去皮工艺对主要化学成分的影响 [J]. 贵阳中医学院学报, 2017, 39(5): 27-30.

[责任编辑 时圣明]