

文章编号: 1000-5862(2019)01-0090-06

无患子总皂苷的还原法脱色工艺研究

邓宝琴^{1,2}, 邹峥嵘^{1,2*}

(1. 江西师范大学生命科学学院, 江西 南昌 330022; 2. 江西师范大学江西省亚热带植物资源保护与利用重点实验室, 江西 南昌 330022)

摘要: 采用还原法对深棕黄色的无患子总皂苷进行脱色处理, 对关键的脱色工艺参数进行优化, 得到的最佳工艺参数为: 复合还原剂硼氢化钾和亚硫酸氢钠的添加质量分数均为 4%, pH 值为 7, 脱色温度为 70 °C、脱色时间为 40 min, 在该条件下脱色率为(72.69 ± 3.34) %。采用紫外全波长扫描和黄嘌呤氧化酶体外抑制活性检测对脱色处理后的无患子总皂苷进行评价, 结果表明: 无患子皂苷经还原法脱色处理后, 紫外吸收没有发生明显的变化, 黄嘌呤氧化酶抑制活性与脱色前相当。这说明还原法脱色处理工艺对无患子总皂苷具有较好的脱色效果, 并且对其理化性质和生物活性没有造成明显的影响。研究结果为无患子总皂苷在医药及日用化工行业中的高效利用提供了理论依据。

关键词: 无患子; 还原法; 脱色; 黄嘌呤氧化酶; 抑制活性

中图分类号: Q 949 文献标志码: A DOI: 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2019.01.15

0 引言

无患子(*Sapindus Mukorossi* Gaertn.) , 也称油患子、肥皂树、洗手果等, 隶属于无患子科(Sapindaceae) 无患子属(*Sapindus* L.) , 为热带、亚热带落叶乔木植物, 在我国广泛分布于淮河流域以南的丘陵山区^[1]。成熟的无患子果皮中含有丰富的皂苷, 含量为 7% ~ 27%^[2]。因无患子皂苷具有很强的表面活性作用, 民间常将无患子果皮用于洗涤。无患子皂苷作为化学表面活性剂(如十二烷基硫酸钠) 的绿色替代品广泛应用于沐浴产品、化妆品和去垢剂等日用化工产品中^[3]。同时, 无患子皂苷也应用于污染土壤和废水净化中^[4-6]。无患子的根或果入药具有祛痰止咳、清热解毒、消肿止痛、消积杀虫等功效。现代药理研究表明无患子皂苷具有较强的抑菌、抗炎、抗肿瘤、保肝、抗氧化、抗高血压、杀虫、除草、杀精等药理活性^[7]。可见, 无患子总皂苷在生物医药和日用化学品等领域有着广泛的用途。

在现有生产工艺条件下, 无患子果皮提取物颜色较深, 进一步纯化后得到的高纯度无患子总皂苷水溶液颜色也呈深棕黄色, 极大地限制了无患子皂苷在日化、医药等领域中的应用。传统的无患子皂苷脱色工艺存在一定缺陷。活性炭脱色法是最常用的

无患子皂苷脱色法, 但活性炭在吸附色素的同时也会吸收较多皂苷; 为提高吸附效率进行的加热处理可能会对无患子皂苷的结构造成破坏, 进一步加大皂苷的损失; 脱色使用过的活性炭难以回收利用, 随意排放易造成环境污染^[8]。树脂层析脱色法则存在脱色时间长、树脂用量大、经济成本高等问题^[9]。

还原法脱色是利用 KBH_4 和 NaHSO_3 作为复合还原剂进行脱色, 其中 KBH_4 是复氢化合物还原剂, 具有亲核性、高度的专一性和强还原性, 能还原碳-杂不饱和键, 但不影响碳-碳不饱和键; NaHSO_3 也常用于织物、食品等的漂白。 KBH_4 和 NaHSO_3 反应生成高活性的中间产物, 能与皂苷杂质中的色素基团反应, 达到脱色效果。采用还原法对无患子总皂苷进行脱色处理的研究鲜见报道。本文对无患子总皂苷的还原法脱色工艺进行了研究, 对脱色剂的添加量、脱色时间、脱色温度及 pH 值等关键工艺参数进行了优化, 以期为进一步提高无患子总皂苷的产品质量提供参考。

1 研究材料

1.1 材料与试剂

无患子果实采集于江西师范大学瑶湖校区校园

收稿日期: 2018-06-09

基金项目: 国家自然科学基金(31260082, 31760099), 江西省重点研发计划(20161BBF60098) 和江西省教育厅科技课题(GJJ14249) 资助项目。

通信作者: 邹峥嵘(1970-) 男, 江西高安人, 教授, 博士, 主要从事天然产物化学研究, E-mail: zouzhr@163.com

内,并经邹峥嵘教授鉴定,标本保存于江西师范大学生命科学学院植物标本室中,标本编号为 20171001. 香草醛、高氯酸、硼氢化钾、亚硫酸氢钠由西陇科学股份有限公司提供,分析纯;别嘌呤、齐墩果酸、黄嘌呤氧化酶和黄嘌呤购于上海源叶生物科技有限公司. 其他试剂均为分析纯.

1.2 仪器和设备

紫外-可见分光光度计、UV-5200(PC),上海元析仪器有限公司; DHG 型系列电热恒温鼓风干燥箱,上海新苗医疗器械制造有限公司; 2500Y 型摇摆式高速中药粉碎机,永康市铂欧五金制品有限公司; 电子分析天平,北京赛多利斯天平有限公司; N-1100 型旋转蒸发仪,上海爱朗仪器有限公司; pH 计、FE28 酸度计,深圳市德优平科技有限公司.

2 研究方法

2.1 无患子总皂苷粗提物的制备

将新鲜无患子果实洗净,剥取果皮. 将果皮在室温下阴干 15 d 后于 40 °C 烘箱中烘至质量恒定,粉碎成粉末,过 40~60 目标准筛,得无患子果皮粉末. 准确称取无患子果皮粉末 200.0 g,按液料比为 8:1 的比例加入体积分数为 60% 的乙醇,在 60 °C 下常压热回流提取 3 h,重复 3 次,合并提取液,经絮凝除杂后抽滤得上清液,经减压浓缩和冷冻干燥得深棕黄色的无患子总皂苷粉末.

2.2 无患子果皮总皂苷脱色单因素实验

精密配制质量体积浓度为 10% 的无患子皂苷水溶液,分别考察添加不同浓度的 NaHSO_3 的添加量(2%、3%、4%、5%、6%,与无患子皂苷的质量比,下同)、 KBH_4 的添加量(2%、3%、4%、5%、6%)、脱色温度(40、50、60、70、80 °C)、脱色时间(20、30、40、50、60 min)以及 pH 值(5、6、7、8、9)对皂苷脱色率的影响,以确定各因素的最优值,每组实验重复 3 次.

脱色率的测定:以蒸馏水作对照,在 330 nm 处分别测量脱色前后无患子皂苷水溶液的吸光值^[10-11]. 脱色率 = $(1 - A/A_0) \times 100\%$,其中 A_0 为脱色前无患子皂苷水溶液的 OD 值, A 为脱色后无患子皂苷水溶液的 OD 值.

2.3 总皂苷含量的测定

无患子皂苷含量的测定采用香草醛-冰醋酸法^[12-13]. 分别配制 0.2 mg · mL⁻¹ 齐墩果酸-甲醇标

准溶液和质量浓度为 5% 的香草醛-冰醋酸溶液各 10 mL; 取 18 支 20 mL 磨口试管,编号 1~6,每组 3 个平行,1~6 号试管分别加入 0、50、70、90、110 和 130 μL 齐墩果酸-甲醇标准溶液,水浴挥干甲醇; 然后依次加入 0.4 mL 香草醛-冰醋酸溶液和 1.4 mL 高氯酸溶液,充分摇匀后于 70 °C 水浴加热 15 min, 然后冰浴冷却 3 min 后加入 10 mL 冰醋酸,摇匀,最后在 550 nm 处测定吸光值. 以吸光度 A 为纵坐标、质量浓度 c 为横坐标绘制标准曲线,得到线性回归方程为 $y = 4.1850x + 0.0174$, $R^2 = 0.9963$, 在 50~130 μg 范围内线性良好(见图 1).

无患子果皮总皂苷的含量测定:取 5 μL 无患子粗提液按上述过程操作代入回归方程,计算粗提液中总皂苷的含量.

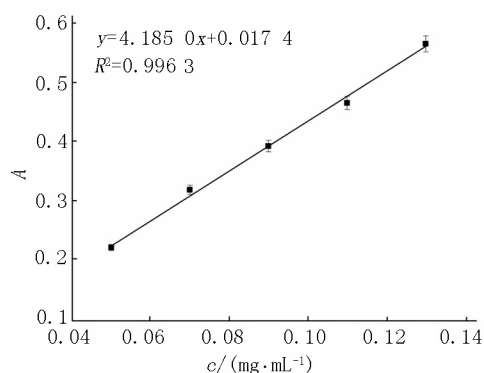


图 1 无患子皂苷标准曲线

2.4 体外黄嘌呤氧化酶抑制活性的测定

黄嘌呤氧化酶是尿酸代谢过程中催化黄嘌呤生成尿酸的关键酶. 过量的尿酸积累会引起人体血液尿酸水平升高而导致尿酸盐晶体在关节和肾脏中沉积,从而引发高尿酸血症或痛风等其他炎症相关疾病^[14-15]. 市面上治疗痛风的药物如别嘌呤片等,长期服用存在较大毒副作用,有的甚至会产生严重的“别嘌呤醇过敏综合征”等不良药物反应^[16],这使得开发植物来源的痛风治疗药物成为目前研究的热点.

本文在 Z. S. Filha 等^[17]研究的基础上对实验方法进行了改良. 分别配制 100 μg · mL⁻¹ 未处理的无患子提取物溶液、100 μg · mL⁻¹ 脱色后的无患子皂苷溶液、0.28 U · mL⁻¹ 的黄嘌呤氧化酶(XO)溶液和 0.15 mmol · L⁻¹ 的黄嘌呤底物溶液 10 mL,以及 1 mmol · L⁻¹ 的别嘌呤醇溶液备用. 在试管中分别加入 0.48 mL 不同浓度的未脱色和脱色后的无患子皂苷提取液(5、25、50、75、100 μg · mL⁻¹)、1.5 mL 的黄嘌呤氧化酶溶液和 2.4 mL 磷酸盐缓冲液(1/15 mmol · L⁻¹, pH 值为 7.5),涡旋混匀后于 25 °C 下预温 15 min. 然后,加入 1.6 mL 的黄嘌呤底

物溶液混匀后启动反应.用紫外分光光度计在 295 nm 处动态监测不同时间点反应体系的吸光值,每 2 s 测定 1 次,连续测定 2 min.以不含皂苷提取物的二甲亚砷溶液/磷酸盐缓冲液作为阴性对照,以不同浓度的别嘌呤醇(5、25、50、75、100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)作为阳性对照.实验重复 3 次,以时间与吸光度值进行线性回归,计算 XO 的斜率值.抑制率由 XO 的抑制百分比进行评价,其计算公式为

$$\text{XO 抑制率} = (1 - K/K_0) \times 100\%$$

其中 K 表示当有抑制剂存在时的酶活力, K_0 表示当无抑制剂存在时的酶活力.

通过检测皂苷脱色处理前后对黄嘌呤氧化酶抑制活性的影响来评价脱色处理对皂苷活性的影响.

3 结果与分析

3.1 单因素实验

3.1.1 KBH_4 的添加量对无患子皂苷脱色效果的影响 设定 NaHSO_3 添加的质量分数为 4%,脱色温度、pH 值、脱色时间分别为 70 $^\circ\text{C}$ 、7、40 min, KBH_4 添加的质量分数分别为 2%、3%、4%、5%、6%,测定上述条件下对皂苷的脱色效果.结果见图 2.

由图 2 可知, KBH_4 的添加量对脱色效果有较大影响.当 KBH_4 添加的质量分数由 2% 增加到 4% 时,脱色率逐渐增加;但当 KBH_4 添加的质量分数大于 4% 时,脱色率呈现逐渐下降的趋势;当 KBH_4 添加的质量分数为 4% 时,脱色效果达到最高,其值为 $(69.36 \pm 3.47)\%$.因此,确定 KBH_4 的添加质量分数为 4% 进行后续实验.

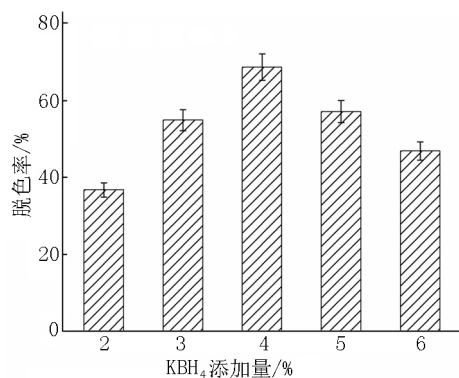


图2 KBH_4 的添加量与皂苷脱色率的关系

3.1.2 NaHSO_3 的添加量对无患子皂苷脱色效果的影响 固定 KBH_4 的添加质量分数、脱色温度、pH 值、脱色时间分别为 4%、70 $^\circ\text{C}$ 、7、40 min,分别测定不同 NaHSO_3 的添加量(2%、3%、4%、5%、6%)对脱色效果的影响.结果见图 3.

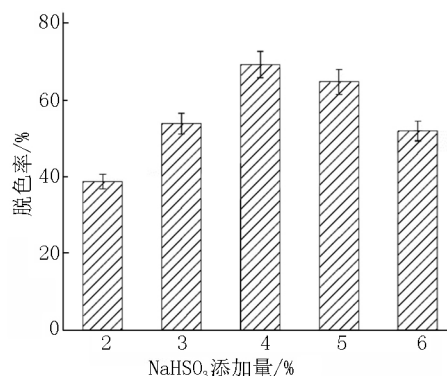


图3 NaHSO_3 的添加量与皂苷脱色率的关系

由图 3 可知, NaHSO_3 的添加量对脱色效果有较大影响.当 NaHSO_3 添加的质量分数由 2% 增加到 4% 时,脱色率逐渐增加;但随着 NaHSO_3 的添加量的进一步增加,脱色率呈现逐渐下降的趋势;当 NaHSO_3 添加的质量分数为 4% 时,脱色率达到峰值 $(69.54 \pm 3.47)\%$.因此, NaHSO_3 的最适添加量确定为 4%.后续的实验按此添加量进行.

3.1.3 脱色温度对无患子皂苷脱色效果的影响 设定还原剂 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数均为 4%、pH 值和脱色时间分别 7 和 40 min,分别测定在脱色温度为 40、50、60、70、80 $^\circ\text{C}$ 下的脱色率.结果见图 4.

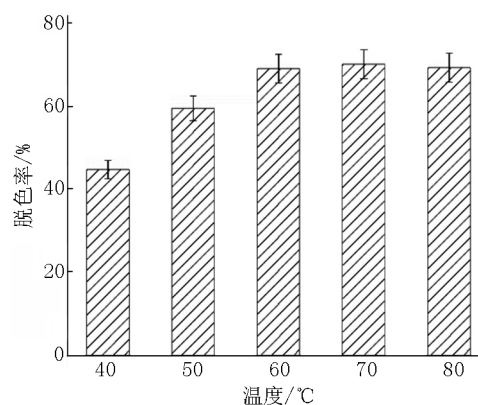


图4 脱色温度与皂苷脱色率的关系

由图 4 可知,随着温度的升高,脱色率呈现明显的上升趋势.当温度高于 70 $^\circ\text{C}$ 时,脱色率呈现出缓慢下降的趋势.在温度为 70 $^\circ\text{C}$ 时,脱色效果最好,其值为 $(70.18 \pm 3.51)\%$.因此,选取 70 $^\circ\text{C}$ 作为最适温度,以此温度进行后续的研究.

3.1.4 pH 值对无患子皂苷脱色效果的影响 设定还原剂 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数均为 4%、脱色温度和时间分别为 70 $^\circ\text{C}$ 、40 min,选取 pH 值分别为 5、6、7、8、9,测定不同 pH 值对无患子皂苷脱色的影响.结果见图 5.由图 5 可知,在中性条件下,脱色率达到峰值 $(69.54 \pm 3.38)\%$.因此, pH 值可确定为 7.

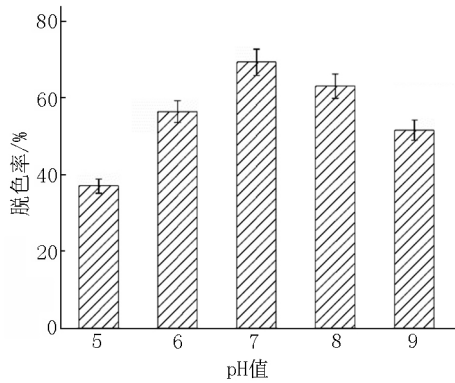


图 5 pH 值与皂苷脱色率的关系

3.1.5 脱色时间对无患子皂苷脱色效果的影响
设定还原剂 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数均为 4%, 脱色温度和 pH 值分别 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 、7, 分别测定当脱色时间为 20、30、40、50、60 min 时的脱色率, 结果见图 6。

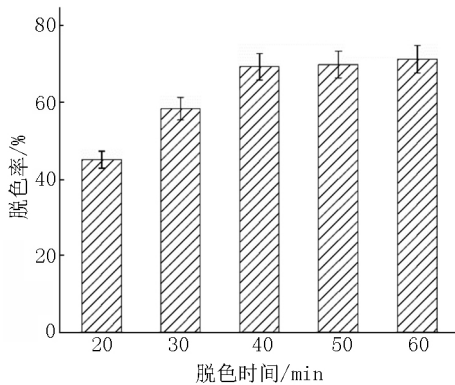


图 6 脱色时间与皂苷脱色率的关系

由图 6 可知, 随着脱色时间的增加, 脱色率呈上升趋势. 当脱色时间达到 40 min 时脱色率为 $(69.41 \pm 3.47)\%$, 继续增加脱色时间, 脱色率上升的较缓慢, 脱色效果没有明显改变. 因此, 选择脱色时间为 40 min 来进行实验.

为验证单因素实验的准确性, 在 NaHSO_3 、 KBH_4 的添加质量分数均为 4%, 脱色温度为 $70\text{ }^\circ\text{C}$ 、pH 值为 7、脱色时间为 40 min 的条件下进行 3 次实验, 脱色率为 $(72.69 \pm 3.34)\%$, 这表明单因素所得的实验结果具有很高的可靠性.

3.2 紫外全波长扫描检测

与未脱色处理的样品相比, 脱色处理后的无患子皂苷溶液颜色有了很大的改观. 通过紫外全波长扫描考察还原法脱色对皂苷吸光值的影响, 结果如图 7 所示. 图 7 显示: 与未脱色处理的样品相比, 脱色处理后的皂苷溶液最大吸收峰的位置未发生改变, 还是在 330 nm 处, 但吸光值略有降低. 上述结果表明经还原法脱色工艺处理后无患子皂苷的紫外吸

收等光谱学特性未受到影响.

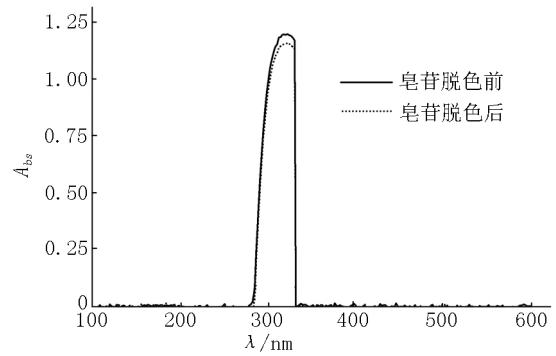


图 7 皂苷脱色前后的全波长扫描光谱图

3.3 体外黄嘌呤氧化酶抑制活性的评价

采用分光光度法评价无患子总皂苷脱色处理前后对黄嘌呤氧化酶的体外抑制活性, 结果发现无患子总皂苷脱色前后对黄嘌呤氧化酶的抑制活性无明显差异, 这表明脱色过程不影响无患子皂苷对黄嘌呤氧化酶的抑制活性, 结果如图 8 所示. 无患子皂

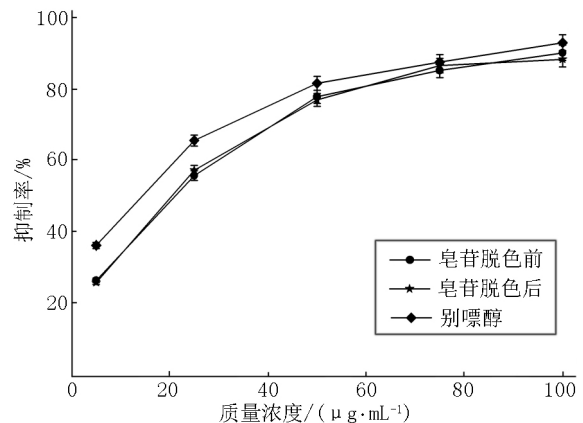


图 8 皂苷脱色前后对黄嘌呤氧化酶的抑制活性

苷脱色前后的黄嘌呤氧化酶抑制活性均随着皂苷浓度的升高而升高, 并呈现出浓度依赖效应. 当无患子皂苷的浓度分别为 5、25、50、75、 $100\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 时, 脱色前后的皂苷对黄嘌呤氧化酶的抑制率分别由 $(26.45 \pm 0.63)\%$ 、 $(25.83 \pm 0.60)\%$ 增加至 $(90.45 \pm 2.17)\%$ 、 $(88.64 \pm 2.15)\%$. 在质量浓度为 $100\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 下, 脱色处理前后的最大抑制率分别为 $(90.45 \pm 2.17)\%$ 和 $(88.64 \pm 2.17)\%$, 在该条件下与阳性对照(别嘌呤醇)的抑制率 $(93.32 \pm 2.39)\%$ 相接近. 脱色处理后的无患子皂苷抑制活性略有降低, 但在误差范围内且无明显的差异, 这表明经脱色处理后的无患子总皂苷对黄嘌呤氧化酶也具有显著的抑制活性, 为开发新的植物来源的痛风治疗或预防药物提供了新的思路.

4 讨论与结论

通过单因素实验研究发现, KBH_4 和 NaHSO_3 添加量均对皂苷的脱色效果有明显的影响. 当 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数为 2% ~ 4% 时, 脱色效果较好, 脱色率均呈现出增加的趋势. 当 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数大于 4% 时, 皂苷的脱色率均呈现出逐渐下降的趋势. 当 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加质量分数均固定在 4% 时, 2 者的脱色率均达到峰值. 这可能是由于 KBH_4 和 NaHSO_3 的添加量在一定范围内才能充分地发挥其还原力, 得到更好的脱色效果. KBH_4 与 NaHSO_3 在脱色的过程中首先生成中间产物, 通过高活性的中间产物与色素中的发色基团反应, 从而达到脱色的效果^[18-19]. 过量的 KBH_4 和 NaHSO_3 抑制了反应向生成中间产物的方向进行, 对无患子皂苷的脱色不利. 这一结果与程铁群^[19]使用还原法对茶皂素脱色的研究结果相似. 当脱色温度为 70 °C 时, 脱色率达到峰值. 这可能是由于温度的升高有利于向生成中间产物的方向进行, 也有利于生成的中间产物和皂苷水溶液之间的相互扩散而发生反应, 达到较好的脱色效果; 但温度过高会使皂苷的结构造成破坏^[20]. 这与程铁群等^[20-21]对橙子皮和茶皂素脱色过程中发生的现象相似. pH 值对皂苷的脱色也有比较明显的影响, 在 pH 值为中性时, 脱色效果最好. 这可能是由于这 2 种脱色剂不是直接和色素基团反应, 而是生成中间物质与其反应, 中性条件更有利于 KBH_4 和 NaHSO_3 的水解作用以及反应, 达到最佳脱色效果. 偏酸或偏碱性的环境都可能会引起无患子皂苷的水解, 使其转化为皂苷元, 造成皂苷结构的破坏^[22]. 随着脱色时间的增加, 皂苷的脱色率逐渐增加, 但当脱色时间达到 40 min 时继续增加脱色时间, 对皂苷的脱色效果没有明显的提高. 这可能是由于随着时间的增加, 还原剂与色素基团的反应已经达到平衡.

通过紫外全波长扫描对脱色前后的无患子皂苷的吸收峰进行检测, 结果显示最大吸收峰在原来的位置略有降低, 这可能是由于脱色剂与色素等杂质反应后使原本在 330 nm 处产生吸光值的物质有所减少^[22]. 结果表明还原法对无患子总皂苷的光谱学特性无明显的影响, 类似的现象也出现在 Wang Na 等^[23]通过白腐菌丝对刚果红的脱色研究中. 脱色前后的无患子总皂苷对黄嘌呤氧化酶活性的体外抑制实验结果发现, 脱色后的无患子总皂苷对黄嘌呤氧化酶的抑制活性与脱色前无明显的改变. 无患子总皂苷对黄嘌呤氧化酶的抑制活性可能是依赖于其较

强的表面活性作用^[24]. 无患子皂苷是由皂苷元和不同类型的糖基配体组成的两亲化合物^[25-26], 脱色只是除去其中发色的杂质和色素等物质, 未对皂苷的基本结构造成破坏, 并不影响其对黄嘌呤氧化酶的抑制活性. 因此, 脱色后的无患子皂苷可作为痛风或高尿酸血症治疗剂的潜在来源. 但该还原脱色法的作用机理、毒理性等仍有待更深入地研究.

5 参考文献

- [1] 徐凯节, 次旦扎西, 丁立生. 无患子属植物的化学成分及生物活性研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2013, 25(2): 267-273.
- [2] Sun Caowen, Wang Jiawei, Duan Jie et al. Association of fruit and seed traits of *Sapindus Mukorossi* Germplasm with environmental factors in Southern China [J]. Forests, 2017, 8(12): 491-506.
- [3] Sonawane S M, Sonawane H. A review of recent and current research studies on the biological and pharmacological activities of *Sapindus Mukorossi* [J]. International Journal of Interdisciplinary Research and Innovations, 2015, 3(4): 85-95.
- [4] Pradhan A, Bhattacharyya A. Quest for an eco-friendly alternative surfactant: surface and foam characteristics of natural surfactants [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 150: 127-134.
- [5] Samal K, Das C, Mohanty K. Eco-friendly biosurfactant saponin for the solubilization of cationic and anionic dyes in aqueous system [J]. Dyes and Pigments, 2017, 140: 100-108.
- [6] Samal K, Das C, Mohanty K. Application of saponin biosurfactant and its recovery in the MEUF process for removal of methyl violet from wastewater [J]. Journal of Environmental Management, 2017, 203: 8-16.
- [7] Sachin G, Dileep K, Gopal M et al. Medicinal plants of the genus *Sapindus* (Sapindaceae): a review of their botany, phytochemistry, biological activity and traditional uses [J]. Journal of Drug Delivery and Therapeutics, 2014, 4(5): 7-20.
- [8] 李林风, 魏冰, 邱立明, 等. 几种茶皂素脱色工艺的研究进展 [J]. 粮食与食品工业, 2017, 24(1): 57-58.
- [9] 程莉, 龚耀刚, 安凯, 等. 大孔树脂在三七叶皂苷脱色中的应用研究 [J]. 云南中医学院学报, 2005, 28(3): 13-14.
- [10] 任慧贤, 王成忠, 张代国. 红曲霉发酵产物的脱色 [J]. 中国酿造, 2011, 30(2): 131-133.
- [11] 钟海雁, 王承南, 谢碧霞, 等. 茶油色泽测定及脱色工艺的研究 [J]. 中南林业科技大学学报, 2000, 20(4): 25-29.
- [12] Köse M D, Bayraktar O. Extraction of saponins from soapnut (*Sapindus mukorossi*) and their antimicrobial properties [J]. World Journal of Research and Review, 2016, 2

- (5): 89-93.
- [13] Li Rui ,Wu Zhaoliang ,Wang Yanji ,et al. Separation of total saponins from the pericarp of *Sapindus mukorossi* Gaerten. by foam fractionation [J]. *Industrial Crops and Products* 2013 ,51(6) : 163-170.
- [14] Abdullahi A ,Hamzah R U ,Jigam A A ,et al. Inhibitory activity of xanthine oxidase by fractions *Crateva adansonii* [J]. *Journal of Acute Disease* 2012 ,1(2) : 126-129.
- [15] Akram M ,Usmanghani K ,Ahmed I ,et al. Comprehensive review on therapeutic strategies of gouty arthritis [J]. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences* 2014 ,27(5) : 1575-1582.
- [16] Azmi S M N ,Jamal P ,Amid A. Xanthine oxidase inhibitory activity from potential Malaysian medicinal plant as remedies for gout [J]. *International Food Research Journal* , 2012 ,19(1) : 159-165.
- [17] Ferraz Filha Z S ,Vitalo I F ,Fietto L G ,et al. Xanthine oxidase inhibitory activity of *Lychnophora* species from Brazil (" Arnica") [J]. *Journal of Ethnopharmacology* ,2006 , 107(1) : 79-82.
- [18] 丁艳华 李海燕 杨俊 等. 活性艳红水溶液的光助还原脱色反应机理研究 [J]. *环境科学与技术* ,2009 ,32(12) : 37-40.
- [19] 程轶群 杜先锋. 茶皂素还原脱色法初探 [J]. *食品工业科技* 2014 ,35(3) : 211-215.
- [20] 程轶群 赵敬娟 夏涛 等. 茶皂素的陶瓷膜纯化工艺优化及脱色研究 [J]. *农产品加工学刊* 2011(11) : 11-15.
- [21] 曹湛慧 杨志娟 杨冰莲. 橙子皮的脱色工艺条件的优化 [J]. *食品工业* 2015(9) : 109-112.
- [22] 程轶群. 油茶皂苷的纯化及脱色工艺研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学 2012.
- [23] Wang Na ,Chu Yanliang ,Wu Fu'an ,et al. Decolorization and degradation of Congo red by a newly isolated white rot fungus ,*Ceriporia lacerata* ,from decayed mulberry branches [J]. *International Biodeterioration and Biodegradation* 2017 ,117: 236-244.
- [24] Nagao A ,Seki M ,Kobayashi H. Inhibition of xanthine oxidase by flavonoids [J]. *Bioscience ,Biotechnology and Biochemistry* ,1999 ,63(10) : 2173-2176.
- [25] Muhammad M T ,Khan M N. Eco-friendly ,biodegradable natural surfactant (*Acacia Concinna*) : an alternative to the synthetic surfactants [J]. *Journal of Cleaner Production* , 2018 ,188: 678-685.
- [26] Mondal M H ,Malik S ,Garain A ,et al. Extraction of natural surfactant saponin from soapnut(*Sapindus mukorossi*) and its utilization in the remediation of hexavalent chromium from contaminated water [J]. *Tenside Surfactants Detergents* 2017 ,54(6) : 519-529.

The Study on the Decolorization Process of the Total Saponins from *Sapindus mukorossi* Pericarps by Reduction Method

DENG Baoqin^{1 2} ZOU Zhengrong^{1 2*}

(1. College of Life Sciences ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China; 2. Jiangxi Provincial Key Lab of Protection and Utilization of Subtropical Plant Resources ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

Abstract: *Sapindus mukorossi* pericarps are rich in saponins ,which are widely applied in the industrials of pharmaceutical ,cosmetic and some other fields due to its varieties of biological activities. However ,the color of total saponins prepared by conventional methods is relatively dark ,which limits their application in some products. The reduction method is employed to decolorize the color of the total saponins from *Sapindus mukorossi* pericarps. The decolorization reaches at (72. 69 ± 3. 34) % with the following condition: the dosage of KBH₄ and NaHSO₃ is 4% 4% respectively ,pH of 7 within 70 °C for 40 min. The properties of *Sapindus* pericarps saponins before and after decolorizing are compared using the ultraviolet full-wavelength scanning and evaluated their inhibitory activity on xanthine oxidase in vitro ,the results show that the saponins after decolorization still maintain the characteristics in ultraviolet absorption and a considerable inhibition of xanthine oxidase activity before decolorization. The present research results show a satisfactory decolorizing effect by reduction method and a not obvious change on its physico-chemical properties and biological activities. This study provides a fundament for further development of saponins in pharmaceutical and cosmetic fields.

Key words: *Sapindus mukorossi*; reduction method; decolorization; xanthine oxidase; activity of inhibitory

(责任编辑: 刘显亮)