

# 七星剑花茎凝胶及多糖保湿性能研究

林慧妍, 高爱环\*, 马嘉玲, 杨彩丽, 陈煜鑫

肇庆学院环境与化学工程学院, 广东 肇庆  
Email: \*gaoahzqu@foxmail.com

收稿日期: 2021年2月19日; 录用日期: 2021年3月24日; 发布日期: 2021年3月31日

## 摘要

运用体外法探讨了七星剑花茎凝胶和茎多糖的保湿性能, 并对比了七星剑花茎多糖与胶原蛋白、尿囊素、海藻多糖和透明质酸钠等四种常用保湿剂的保湿性能, 研究表明: 在高湿度和低湿度环境下, 30%七星剑花茎凝胶溶液的保湿率均高于七星剑花茎多糖和其他测试浓度七星剑花茎凝胶溶液的保湿率(MR); 75%湿度环境下, 48 h保湿率大小顺序为:  $MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{透明质酸钠}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{胶原蛋白}}$ ; 43%湿度, 48 h保湿率大小顺序为  $MR_{\text{胶原蛋白}} > MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{透明质酸钠}}$ ; 测试范围内, 30%七星剑花茎凝胶溶液和七星剑花茎多糖与化妆品常用保湿剂的保湿性能差异不大, 具有很好的开发和应用前景。

## 关键词

七星剑花茎凝胶, 七星剑花茎多糖, 保湿性能, 保湿剂

# Study on the Moisturizing Performance of Gel and Polysaccharide from the Stem of *Hylocereus undulatus* Britt

Huixing Lin, Aihuan Gao\*, Jialing Ma, Caili Yang, Yuxin Chen

College of Environmental and Chemical Engineering, Zhaoqing University, Zhaoqing Guangdong  
Email: \*gaoahzqu@foxmail.com

Received: Feb. 19<sup>th</sup>, 2021; accepted: Mar. 24<sup>th</sup>, 2021; published: Mar. 31<sup>st</sup>, 2021

## Abstract

The moisturizing performance of gel and polysaccharide extracted from the stem of *Hylocereus undulatus* Britt (PSHU) was studied by *in vitro* methods, and that of collagen, allantoin, seaweed

\*通讯作者。

polysaccharides and sodium hyaluronate was also tested as contrasts. The results show that in high and low humidity environments, the moisture retention rate (MR) of 30% stem gel solution of *Hylocereus undatus* is higher than that of other tested concentrations' gel solution and PSHU. The MR ranking in 48 hours and in humidity circumstance of 75% is  $MR_{30\% \text{ stem gel solution}} > MR_{\text{seaweed polysaccharides}} > MR_{\text{allantoin}} > MR_{\text{sodium hyaluronate}} > MR_{\text{PSHU}} > MR_{\text{collagen}}$ , and the ranking in the humidity circumstance of 43% is  $MR_{\text{collagen}} > MR_{30\% \text{ stem gel solution}} > MR_{\text{PSHU}} > MR_{\text{allantoin}} > MR_{\text{seaweed polysaccharides}} > MR_{\text{sodium hyaluronate}}$ . Within the test range, there is little difference between the moisturizing performance of 30% stem gel solution, PSHU and other moisturizing agents commonly used in cosmetics, suggesting a good prospect of development and application of gel and polysaccharide from the stem of *Hylocereus undalatus* Britt used in cosmetics.

## Keywords

Stem of *Hylocereus undalatus* Britt, Polysaccharide of *Hylocereus undalatus* Britt, Moisturizing Performance, Moisturizer

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

七星剑花茎是仙人掌科(Cactaceae)量天尺属(*Hylocereus* Britt. et Rose)植物七星剑花(*Hylocereus undulatus* Britt)植株的地面部分, 新鲜的植物茎凝胶中含有植物多糖、矿物质元素、维生素 E、甾醇等, 可食用及用于制备具有营养和保湿作用的化妆品[1]。研究表明, 火龙果茎干品中多糖含量为 7%左右, 此多糖以甘露聚糖的形式储存于植物细胞中, 具有无色、无味、无毒等特点[2]。其分子量介于 3900 到 4300 之间, 分子链短, 含有羟基和羧基, 具有较好的保湿能力[3], 是一种极有发展前景的化妆品保湿成分添加剂。目前对量天尺属植物的保湿性能研究限于火龙果花、茎及由这些部位提取的多糖, 而七星剑花茎及提取物的保湿性能方面的研究则尚未见报道[4] [5] [6] [7] [8]。

本研究运用体外法测试了七星剑花茎凝胶、七星剑花茎多糖的保湿性能, 并对比了七星剑花茎多糖与多种化妆品中常用的保湿剂的保湿性能, 为七星剑花茎凝胶、茎多糖的开发利用提供理论依据。

## 2. 实验

### 2.1. 实验材料

#### 2.1.1. 主要实验仪器

超声波清洗机(YT-100V, 上海叶拓仪器仪表有限公司), 紫外可见分光光度计(UVmini-1240, 岛津), 低速台式大容量离心机(TD 40C, 上海安亭科学仪器厂), 旋转蒸发器(N-1100 系列, 上海爱郎仪器有限公司), 真空干燥箱(DZF-6050, 上海一恒科学仪器有限公司), 搅拌机(L12-Y3, 九阳股份有限公司), 精密温湿度计(广州奥松电子有限公司)。

#### 2.1.2. 实验材料及试剂

新鲜七星剑花茎(由肇庆市封开县农科所提供, 取自七星剑花植株顶部的一年生茎, 秋季采割); 氯化钠(天津市大茂化学试剂厂); 碳酸钾(陕西源优生物科技有限公司); 尿囊素(东晨化工有限公司); 水解胶原蛋白(盛美诺生物科技有限公司); 海藻酸钠(郑州惠喜化工产品有限公司); 透明质酸钠(东晨化工有限公

司); 去离子水等。

## 2.2. 样品预处理

### 2.2.1. 七星剑花茎凝胶

用清水将新鲜七星剑花果茎洗净, 去除外皮以及内部枝干, 切成小块状, 放入搅拌机中搅拌至糊状即得七星剑花茎凝胶。

### 2.2.2. 七星剑花茎多糖提取及提纯[9] [10]

称取 10 g 七星剑花茎凝胶, 放入冰箱冷冻 24 h 以上, 解冻后与 50 mL 去离子水混合置于 200 mL 烧杯中, 充分搅拌后加热至 80℃, 放入已经预热至上述温度的超声波清洗机中, 浸提 25 min 后, 将浸取液冷却至室温, 放入离心机, 于 4000 r/min 转速下离心 15 min。将离心分离后的上清液用旋转蒸发器旋转蒸发浓缩其体积为原来的 1/4, 将浓缩液倒入烧杯。而后在盛有浓缩液的烧杯中加入 1/4 浓缩液体积的 sewage 试剂(现配现用), 剧烈震荡烧杯, 待出现白色絮状物后进行离心(4000 r/min, 15 min), 取上清液。将 4 倍于上清液的 95% 乙醇加入盛有浓缩液上清液的烧杯中, 放入冰箱中静置 4 h。静置结束后, 取出烧杯, 进行离心(参数 4000 r/min, 时间 15 min), 取下部沉淀。将沉淀放在蒸发皿中, 置于真空干燥器中 80℃ 干燥 2 h 即得七星剑花茎多糖产物。

### 2.2.3. 七星剑花茎凝胶溶液

准确称量 1 g 七星剑花茎凝胶四份, 加入去离子水配制成 10%、20%、30%、40% 的七星剑花茎凝胶溶液, 待用。

### 2.2.4. 保湿剂

海藻酸钠、透明质酸钠、胶原蛋白、尿囊素放入干燥箱中, 于 80℃ 干燥至恒重, 备用。

## 2.3. 保湿率测试[11]

室温下, 精确称取 0.5 g 样品各两份, 放入 50 mL 的小烧杯中, 加入 9.5 g 的去离子水配制成 5% 的水溶液(七星剑花茎凝胶溶液不稀释直接测量), 分别置于盛有碳酸钾饱和水溶液(湿度为 43%)和氯化钠饱和水溶液(湿度为 75%)的干燥器内, 放置时间一段时间后称量各样品质量, 根据公式 1 计算保湿率 (moisture retention rate, 记为 MR), 式中  $w_0$ 、 $w_1$  分别为测试前后样品的质量。

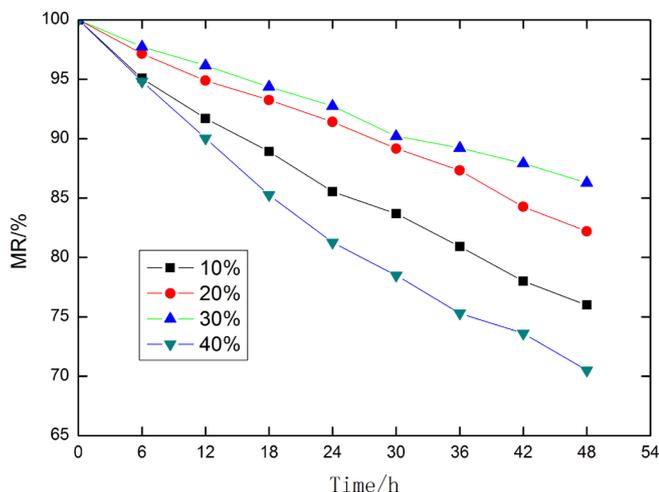
$$MR = \frac{w_1}{w_0} \times 100\% \quad (1)$$

## 3. 结果与讨论

### 3.1. 浓度对剑花茎凝胶保湿性能的影响

#### 3.1.1. 低湿度下浓度对剑花茎凝胶保湿性能的影响

图 1 为 43% 湿度下七星剑花茎凝胶溶液的保湿性能测试结果, 可以看出, 七星剑花茎凝胶溶液的保湿率随着时间的延长而逐渐下降, 但溶液浓度不同, 保湿率下降趋势不同。12 h 时, 各浓度七星剑花茎凝胶溶液保湿率相差不大, 均在 90% 以上。12~48 h, 保湿率的差异逐渐加大, 10% 和 40% 七星剑花茎凝胶溶液保湿率下降趋势较快, 20%、30% 的七星剑花茎凝胶溶液的保湿率下降趋势相对小一些。测试时间达到 48 h 时, 30% 七星剑花茎凝胶溶液的保湿率最高(90.76%), 其次是 20% 七星剑花茎凝胶溶液的保湿率(82.20%), 40% 七星剑花茎凝胶溶液的保湿率最低(70.51%)。



**Figure 1.** MR of stem gel solution of *Hylocereus undatus* in humidity circumstance of 43%

**图 1.** 湿度为 43% 环境下七星剑花茎凝胶溶液保湿率

### 3.1.2. 高湿度下浓度对剑花茎凝胶保湿性能的影响

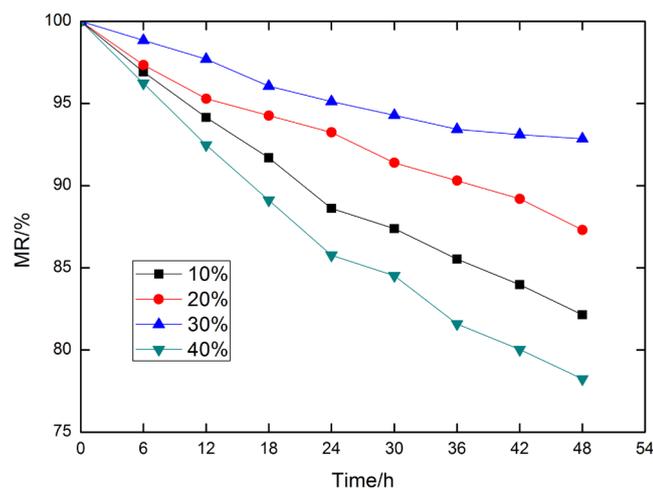
图 2 为七星剑花茎凝胶溶液在 75% 湿度环境下的保湿率测试结果。与在湿度 43% 环境中测试结果相似，七星剑花茎凝胶溶液的保湿率随着时间的延长而逐渐下降，其保湿率下降趋势受溶液浓度影响而不同。测试时间为 48 h，各茎凝胶溶液的保湿率大小顺序为 MR 30% > MR 20% > MR 10% > MR 40%。

图 3 为两种湿度下，30% 茎凝胶溶液的保湿率变化曲线。在测试时间范围内，溶液在高湿度环境中的保湿率下降速度低于在低湿度环境中的保湿率下降速度。48 h 时，RH = 75% 环境中，30% 茎凝胶溶液的保湿率高达 93.32%，保湿性能优异。

## 3.2. 七星剑花茎凝胶、茎多糖与其他保湿剂性能比较

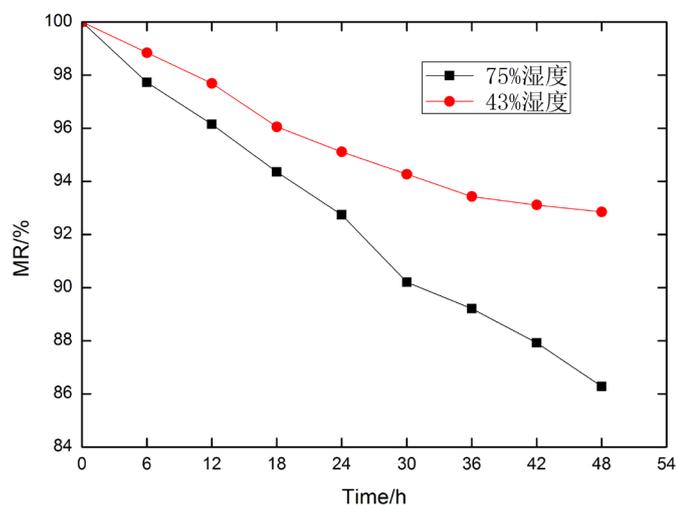
### 3.2.1. 低湿度下的保湿性能

图 4 为不同保湿剂在 43% 湿度下的保湿性能测试结果。在 12 h 之前，各保湿剂的保湿率相差不大，



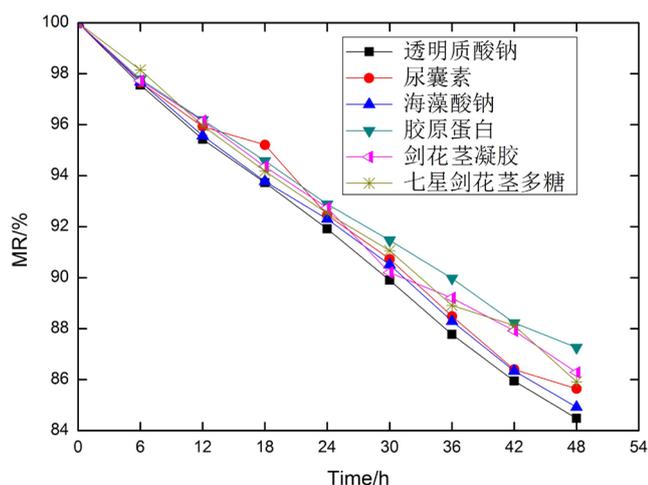
**Figure 2.** MR of stem gel solution of *Hylocereus undatus* in humidity circumstance of 75%

**图 2.** 湿度为 75% 环境下七星剑花茎凝胶溶液保湿率



**Figure 3.** Effects of humidity circumstance on the MR of stem gel solution of *Hylocereus undatus*

**图 3.** 湿度对七星剑花茎凝胶溶液保湿率的影响



**Figure 4.** MR of moisturizers in humidity circumstance of 43%

**图 4.** 湿度为 43% 环境下保湿剂保湿率

均在 96% 左右。在 18 h 时, 各种保湿剂的保湿能力:  $MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{胶原蛋白}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{透明质酸钠}}$ , 此时尿囊素的保湿性能最佳。在 18 h 以后, 可以看出, 尿囊素的保湿率下降幅度明显增大, 而胶原蛋白和剑花茎凝胶的保湿率下降幅度相对较小。48 h 时, 各种保湿剂的保湿率大小顺序为:  $MR_{\text{胶原蛋白}} > MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{透明质酸钠}}$ , 即胶原蛋白保湿率最高, 为 87.26%; 透明质酸钠保湿率最低, 为 84.48%, 30% 茎凝胶溶液、七星剑花茎多糖与胶原蛋白保湿率差值分别为 0.98% 和 1.34%。

### 3.2.2. 高湿度下各保湿剂的保湿性能

图 5 为不同保湿剂在 75% 湿度下的保湿性能测试结果。48 h 时, 各保湿剂的保湿率均保持在 90% 以上, 大小顺序为:  $MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{透明质酸钠}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{胶原蛋白}}$ 。30% 七星剑花茎凝胶溶液保湿率最大, 为 92.85%, 胶原蛋白保湿率最小, 为 90.65%。七星剑花茎多糖的保湿率为 90.75%, 稍高于胶原蛋白的保湿率, 与 30% 七星剑花茎凝胶溶液保湿率差值为 2.1%。

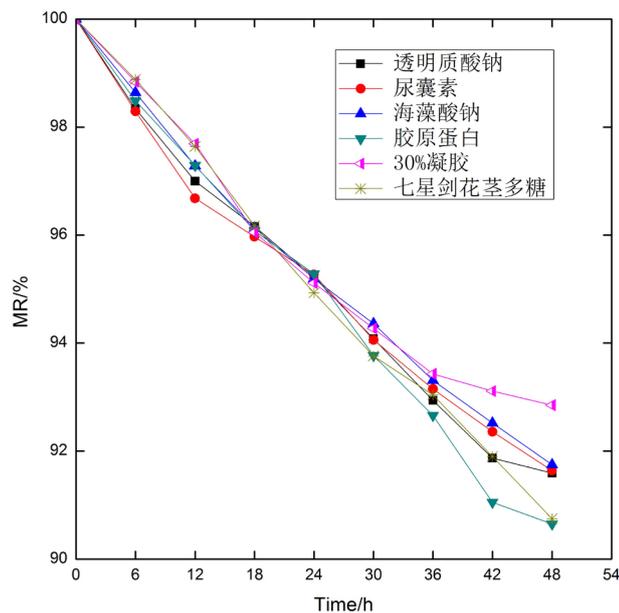


Figure 5. MR of moisturizers in humidity circumstance of 75%  
图 5. 湿度为 75% 环境下保湿剂保湿率

与 43% 环境湿度下测试结果对比, 可以看出: 环境湿度变化时, 保湿剂的保湿能力也发生了变化, 但是不同保湿剂保湿能力变化程度不一。75% 和 43% 两种湿度环境下, 各保湿剂 48 h 保湿率差值大小及顺序为: 透明质酸钠(7.11%) > 海藻多糖(6.83%) > 30% 七星剑花茎凝胶溶液(6.57%) > 尿囊素(6%) > 七星剑花茎凝胶多糖(4.83%) > 胶原蛋白(3.39%)。这说明在高湿度环境和低湿度环境下, 胶原蛋白的保湿性能相对比较稳定, 而透明质酸保湿性能受环境湿度影响较大。七星剑花茎凝胶溶液保湿率变化值高于七星剑花茎多糖保湿率变化值, 说明七星剑花茎多糖保湿率虽然低于七星剑花茎凝胶溶液, 但是保湿性能受环境湿度影响相对较小。

对比七星剑花茎凝胶溶液、七星剑花茎多糖与其他四种保湿剂的保湿性能, 可以发现, 30% 七星剑花茎凝胶溶液在高湿度和低湿度下的保湿性能均比较好, 而七星剑花茎多糖低湿度保湿性能良好, 高湿度下保湿性能相对较弱。

#### 4. 结论

1) 高湿度和低湿度环境下, 30% 七星剑花茎凝胶溶液的保湿率均高于其他测试浓度七星剑花茎凝胶溶液的保湿率。

2) 43% 湿度环境下, 六种保湿剂于 48 h 的保湿率大小顺序为:  $MR_{\text{胶原蛋白}} > MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{透明质酸钠}}$ , 而在 75% 湿度环境下, 该排序变化为  $MR_{30\% \text{七星剑花茎凝胶溶液}} > MR_{\text{海藻多糖}} > MR_{\text{尿囊素}} > MR_{\text{透明质酸钠}} > MR_{\text{七星剑花茎多糖}} > MR_{\text{胶原蛋白}}$ 。

3) 环境湿度变化时, 保湿剂的保湿能力也发生了变化, 但是不同保湿剂保湿能力变化程度不一。测试时间为 48 h, 各保湿剂在 75% 和 43% 两种湿度环境下保湿率差值大小为: 透明质酸钠(7.11%) > 海藻多糖(6.83%) > 30% 七星剑花茎凝胶溶液(6.57%) > 尿囊素(6%) > 七星剑花茎凝胶多糖(4.83%) > 胶原蛋白(3.39%)。

4) 30% 七星剑花茎凝胶溶液和七星剑花茎多糖与海藻多糖、尿囊素、透明质酸钠、胶原蛋白等化妆品常用保湿剂的保湿性能差异不大, 具有很好的应用前景。

## 基金项目

广东省省大学生创业创新训练计划项目(201910580077), 肇庆市科技创新指导类项目(201904030105)。

## 参考文献

- [1] 关雄泰, 徐美亦, 邹绍棠. 七星剑花、肇茛的微量元素研究[J]. 广东微量元素科学, 1994(2): 43-44.
- [2] 李鹏. 火龙果茎凝胶汁、多糖的初步研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 首都师范大学, 2009: 1-5.
- [3] 周丽屏, 郭璇华. 火龙果茎的生物活性成分及其开发应用前景[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(6): 169-172.
- [4] 申利红, 王建森, 李雅, 张大海, 朱廷春. 植物多糖的研究及应用进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(2): 349-352.
- [5] 邓仁菊, 范建新, 蔡永强. 国内外火龙果研究进展和产业发展现状[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(6): 188-192.
- [6] 邵玲, 朱桥, 陈艳芳, 等. 醇提七星剑花多糖工艺研究及其 DPPH 自由基清除能力评价[J]. 广东农业科学, 2014, 41(17): 101-105.
- [7] 冯峰, 杨淑玲, 张奇. 霸王花不同部位粗多糖的结构组成及体外抗氧化活性[J]. 中国现代应用药学, 2021, 38(2): 189-195.
- [8] He, M.X., Meng, F.C., Wang, C.M., *et al.* (2017) Isolation, Purification and Structural Characterization of a Water-Soluble Polysaccharide from the Flower of *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose. *Food Science*, **38**, 106-112.
- [9] 郭卫芸, 刘海英, 白玉敏, 等. 反复冻融法辅助提取油菜花粉多糖的研究[J]. 食品研究与开发, 2013, 34(13): 26-28+40.
- [10] Li, C., Li, X., You, L., *et al.* (2017) Fractionation, Preliminary Structural Characterization and Bioactivities of Polysaccharides from *Sargassum pallidum*. *Carbohydrate Polymers*, **155**, 261-270. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.08.075>
- [11] 刘恕. 常用保湿剂吸湿和保湿性能评价[J]. 上海医药, 2018, 39(11): 60-63.