

## 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的制备和性能

李郢郢<sup>1</sup>, 郭文华<sup>1</sup>, 郑如晶<sup>1</sup>, 蒋锦杰<sup>1</sup>, 陈晨<sup>1</sup>, 代瑞尧<sup>2</sup>, 许虎君<sup>2\*</sup>

(1. 浙江浩迈科技有限公司, 浙江杭州, 311215;

2. 江南大学化学与材料工程学院, 江苏无锡, 214122)

DOI:10.61369/CDCST.2026010016

**摘 要:** 本文以木糖醇基葡萄糖苷和马来酸酐为原料, 通过两步反应合成木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐。采用傅里叶红外光谱 (FT-IR) 和超高效液相色谱串联四极杆飞行时间质谱对产物结构进行表征, 同时对其表面化学性能、泡沫性能、刺激性及保湿性能进行了系统测试。结果表明, 该产物能有效改善脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠 (AES) 的表面活性和泡沫性能, 降低其刺激性, 且自身具有良好的皮肤和头发保湿效果, 在日用化学品领域具有较好的应用前景。

**关键词:** 木糖醇基葡萄糖苷; 琥珀酸酯二钠盐; 保湿性能; 刺激性

**作者简介:** 李郢郢, 硕士, 现就职于浙江浩迈科技有限公司, Spēs 诗裴丝品牌产品开发负责人; 浙江大学校外导师。深耕中国人头皮毛囊研究及头皮护理功效研究, 具有丰富的产品开发经验和市场用户洞察思维。E-mail: 834053270@qq.com。



李郢郢

随着消费者对日用化学品安全性和温和性的要求不断提高, 开发天然来源、生物相容性好且功能多样的表面活性剂成为研究热点。糖苷类表面活性剂以天然碳水化合物为原料, 具有低毒、易生物降解、保湿性优异等特点, 被广泛应用于化妆品、洗涤剂等领域<sup>[1-4]</sup>。木糖醇作为一种天然五碳糖醇, 具有良好的保湿性和生物安全性, 其衍生物常被用于改善产品的温和性与滋润性<sup>[5,6]</sup>。

琥珀酸酯盐类表面活性剂是一类重要的阴离子表面活性剂, 兼具优良的表面活性和低刺激性, 常作为助剂与其他表面活性剂复配, 以提升体系的泡沫稳定性、降低刺激性<sup>[7,8]</sup>。目前, 将木糖醇基葡萄糖苷与琥珀酸酯结构结合, 制备兼具表面活性与保湿功能的新型衍生物的研究较少。

本研究以木糖醇基葡萄糖苷和马来酸酐为原料, 通过酯化、磺化反应合成木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐, 旨在结合木糖醇基葡萄糖苷的保湿性与琥珀酸酯盐的表面活性优势, 通过结构表征验证产物的正确性, 并系统测试其与 AES 复配后的表面化学性能、泡沫性能、刺激性及保湿性能, 为其在日用化学品 (如洗发水、沐浴露) 中的应用提供理论依据。

## 1. 实验部分

### 1.1 实验试剂

马来酸酐, 亚硫酸钠, 氢氧化钠, 无水硫酸铜, 硫酸钾, 硫酸, 氢氧化钠, 硼酸, 均为分析纯, 国药集团;

木糖醇基葡萄糖苷 (自制); 脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠 (AES, 巴斯夫); 玉米醇溶蛋白 (Zein); 天然健康黑色发束 (上海灿钰商贸有限公司)。

### 1.2 实验仪器

Nicolet 6700 全反射傅里叶红外光谱仪; MALDI SYNAPT MS 超高效液相色谱串联四极杆飞行时间质谱联用仪; K100 全自动表面张力仪; UPT-X10 智能恒温消化炉; UPT-K1600A 凯氏定氮仪; 多探头皮肤测试系统 MPA 10; Tewameter 探头; Corneometer 探头。

### 1.3 合成方法

#### 1.3.1 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯的合成

称取 30 g 的木糖醇基葡萄糖苷 (固含量 82%) 倒入三颈烧瓶中, 减压蒸馏除去样品中的水分, 避免加入马来酸酐后水解。除水后的木糖醇基葡萄糖苷按照  $m(\text{糖苷}):m(\text{马来酸酐})=6:1$  加入马来酸酐, 110 °C 下反应 4 h。合成路线如图 1 所示。

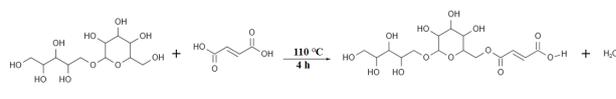


图 1 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯的合成路线

#### 1.3.2 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的合成

称取木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯质量 40% 的亚硫酸钠, 配制亚硫酸钠饱和溶液, 使用滴液漏斗缓慢加入到烧瓶中, 110 °C 下搅拌反应 6 h, 反应结束后冷却至室温, 使用 NaOH 溶液调节 pH=7, 得到木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐产品。合成路线如图 2 所示。

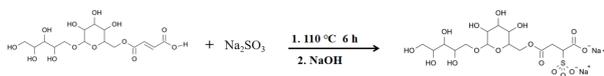


图2 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的合成路线

### 1.3.3 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的结构表征

采用 Nicolet 6700 型全反射傅里叶红外光谱仪进行 FT-IR 测定；采用超高效液相色谱串联四极杆飞行时间质谱联用仪在 ESI 模式下进行测定。

## 1.4 性能测试

### 1.4.1 表面张力测定

分别使用纯水、质量分数 1% 和 3% 的木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐溶液配制一系列不同质量分数的 AES 表面活性剂溶液，以吊片法测定 25 °C 时上述 3 组样品的静态表面张力，绘制  $\gamma$ -lg  $c$  曲线，通过该曲线得到  $cmc$ （临界胶束浓度）和  $\gamma_{cmc}$ （临界胶束浓度下对应的表面张力）<sup>[9]</sup>。

### 1.4.2 泡沫性能测定

依据 GB/T 13173.6-91 使用罗氏泡沫仪测定木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐对 AES 泡沫性能的影响<sup>[10]</sup>。具体操作步骤如下：

(1) 称取活性物含量 2.5 g 的 AES 样品溶解于 150 mg/L 硬水中，并定容到 1000 mL 容量瓶中；

(2) 称取活性物含量 2.5 g 的 AES 样品分别和 10.0 g、20.0 g 和 30.0 g 的木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐，将其溶解于 150 mg/L 硬水中，并定容到 1000 mL 容量瓶中；

(3) 泡沫高度的测定：将装置与待测液在 (40±1) °C 下恒温，打开刻度管底部活塞，用去离子水冲洗刻度管内壁 3 次，待测液润洗 3 次后，关闭活塞，移取 50 mL 待测液于刻度管中，恒温 5 min 后，用滴液管吸取 200 mL 待测液垂直注入刻度管内（保证待测液沿刻度管中心流下）。待测液滴完时立即开始计时，并记下泡沫高度，5 min 后再次读数并做好记录，重复实验 3 次，取平均值。

### 1.4.3 刺激性测试

(1) 配制 1 wt% 的 AES 溶液和分别添加了质量分数为 0.5%、1.0% 和 1.5% 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的样品溶液 25 g，向其中加入 0.5 wt%~1 wt% Zein (0.125 g~0.25 g)，待测液在 25 °C 下搅拌 2 h，先加入 0.5 wt% 的玉米醇溶蛋白，若全部溶解，则再次加入 0.5 wt% 的玉米醇溶蛋白，同时做空白对照样<sup>[11]</sup>。

(2) 样品消化：吸取 10 mL 添加的玉米醇溶蛋白的液体样品，移入干燥的 250 mL 定氮瓶中，加入 0.2 g 硫酸铜，

3.0 g 硫酸钾和 20 mL 硫酸，放在 UPT-XH10 智能恒温消化炉中消化 2 h 后，得到的呈蓝绿色澄清透明的液体即为消化液。对比样为不添加的玉米醇溶蛋白的样品，同样操作后获得消化液对照样<sup>[12,13]</sup>。

(3) 定氮：使用 UPT-K1600A 凯氏定氮仪，装入消化完全的定氮瓶，通入蒸汽蒸腾 5 min，将蒸出氮气全部导入硼酸溶液中。滴加甲基红-溴甲酚绿混合指示剂，使用标定后的盐酸标准溶液滴定由绿色变为红色。

根据公式：

$$N = 1000 \times 0.0140c (V_1 - V_2) / V_3$$

式中：

$N$ —样品中氮的质量分数 (g/L)；

$V_1$ —样品滴定消耗盐酸标准溶液体积 (mL)；

$V_2$ —空白滴定消耗盐酸标准溶液体积 (mL)；

$c$ —盐酸标准滴定溶液浓度 (mol/L)；

$V_3$ —吸取添加玉米醇溶蛋白的样品液体积 (mL)；

0.0140 为 1 mol/L 的盐酸标准液 1 mL 相当于氮的质量 (g)。

### 1.4.4 皮肤保湿性测试

受试者首先清洗手臂，在其内侧随机选取 3 cm×3 cm 的皮肤标记，在环境温度为 20 °C，湿度为 50% 的测试房间中静坐 10 min。配置木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐质量浓度 2% 的测试样品溶液<sup>[14]</sup>。

皮肤水分含量 Moisture Measurement Value(MMV) 可以直接反映皮肤保湿能力，皮肤角质层含水量越高，表明产品的保湿效果越好。具体方法为：使用多探头皮肤测试系统 MPA10 的 Corneometer 探头，将其竖直按压放在手臂屈侧，单点测量样品使用前和使用后 0.5 h、1.0 h 和 2.0 h 的皮肤水分含量，系统软件会根据电容量计算出 MMV (单位: a.u.)，在选定的区域内随机选取 3 个点，并取 3 个点数据的平均值<sup>[15]</sup>。

经皮水分散失 Trans Epidermal Water Loss(TEWL) 表示水分从真皮层经表皮层在单位时间内流失速度，TEWL 值越小则表明皮肤屏障越好，产品具有温和性。具体方法为：将多探头皮肤测试系统 MPA10 的 Tewameter 探头，放在手臂屈侧连续测量样品使用前和使用后 0.5 h、1.0 h 和 2.0 h 的 TEWL 值，同一块皮肤区域内平行测量 3 次，最后取稳定后的 3 组数据的平均值<sup>[16,17]</sup>。

### 1.4.5 头发保湿性测试

取 3 束质量为 250 mg 的自然黑色健康发束，分别称取

其初始质量并记录, 将其中两束浸泡在2%的木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐样品溶液中10 min, 另一束浸泡在去离子水中10 min做对照样。10 min之后取出发束, 用去离子水淋洗干净, 再用吸水纸擦干其表面水分, 放置在恒温恒湿的环境中, 测量并记录0.5 h、1.0 h和2.0 h后发束质量<sup>[18,19]</sup>。

## 2. 结果与讨论

### 2.1 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的结构表征

#### 2.1.1 红外光谱

图3和图4分别为木糖醇基葡萄糖苷(原料)和木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐(产物)的红外光谱图。3348  $\text{cm}^{-1}$ 处为O-H伸缩振动峰; 1733  $\text{cm}^{-1}$ 处为酯键的C=O伸缩振动峰; 1642  $\text{cm}^{-1}$ 处为双键的C=C伸缩振动峰; 1374  $\text{cm}^{-1}$ 处为S=O不对称伸缩振动峰; 1219  $\text{cm}^{-1}$ 处为醇的C-O的振动峰; 1040  $\text{cm}^{-1}$ 处为C-O-C的伸缩振动峰。图4中各吸收峰代表的基团与木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐结构中所含基团一致, 可初步证明该产物为木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐。

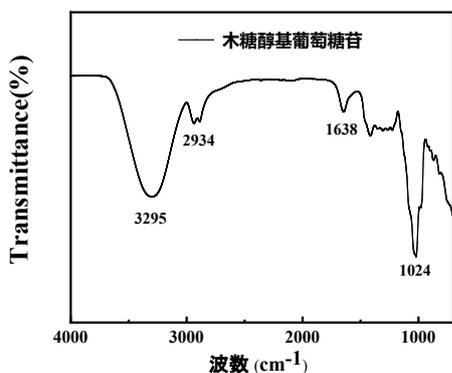


图3 木糖醇基葡萄糖苷的红外吸收光谱

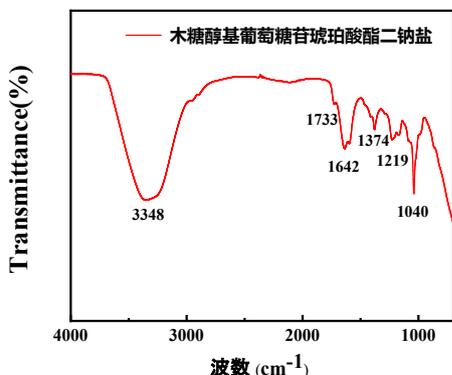


图4 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的红外吸收光谱

#### 2.1.2 质谱分析

图5为木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的质谱。由图5可得:  $m/z=246$ 处为 $[\text{M}-2\text{Na}^+]/2$ 的质谱峰, 证明所测样品为木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐。 $m/z=113$ 处为原料马来酸酐水解的产物马来酸(顺丁烯二酸)的质谱峰;  $m/z=151$ 处为失水木糖醇的分子离子峰;  $m/z=313$ 为原料木糖醇基葡萄糖苷的分子离子峰;  $m/z=181$ 为葡萄糖的分子离子峰;  $m/z=341$ 为两个葡萄糖分子脱水生成的二糖的质谱峰;  $m/z=475$ 为两个葡萄糖分子与一个木糖醇脱水生成的糖苷的质谱峰。

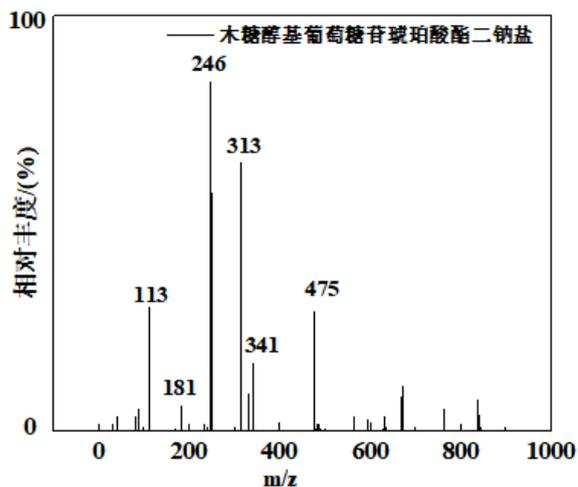


图5 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的质谱图

### 2.2 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的表面化学性能与应用性能

#### 2.2.1 表面张力结果

利用吊片法测定不同木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐浓度下AES水溶液的表面张力, 并绘制 $\gamma$ - $\lg c$ 曲线, 结果如图6所示。

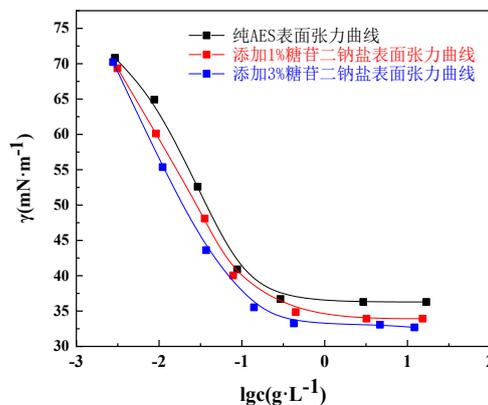


图6 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐添加量对AES表面张力曲线的影响

图6显示了不同木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐浓度下AES表面活性剂的表面张力随浓度对数变化的曲线。根据三者的 $\gamma\text{-lg } c$ 曲线可以得到 $cmc$ 、 $\gamma_{cmc}$ 等表面活性参数。纯水溶液中AES的 $\gamma_{cmc}$ 为36.22 mN/m。与纯水溶液相比,加入木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐后AES的 $\gamma_{cmc}$ 明显降低,添加量为1%时,AES的 $\gamma_{cmc}$ 为33.91 mN/m;添加量为3%时,AES的 $\gamma_{cmc}$ 为32.90 mN/m。以上结果说明,在加入木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐后促进了表面活性剂在界面上的吸附和胶束化,提升了AES表面活性剂降低表面张力的效能<sup>[20]</sup>;因此显示出随着木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐加入量的增加, $cmc$ 和 $\gamma_{cmc}$ 均减小的变化趋势。

### 2.2.2 泡沫性能

由表1可知,随着木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐加入量的增加,AES的瞬时发泡性和5 min后的稳泡性均有所提升。泡沫形成是一个能量积累的过程,加入木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐后AES水溶液的表面张力降低,因此形成固定体积的泡沫时做功减少,泡沫形成时溶液体系的表面能增加更低,因此相同条件下形成的泡沫高度更高,其起泡性较纯AES水溶液更好<sup>[10]</sup>。稳泡性主要受表面张力和溶液黏度的影响,添加木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐之后,AES水溶液可以达到更低的表面张力,更易在泡沫表面上吸附,形成更加紧密的保护膜,其木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的加入还可以使泡沫表面黏度增大,有助于泡沫的稳定<sup>[21]</sup>。

表1 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐对AES泡沫性能的影响

样品	$H_{30s}/\text{mm}$	$H_{5min}/\text{mm}$	$H_{5min}/H_{30s}$
AES	167	163	0.976
AES+1.0%糖苷二钠	171	168	0.982
AES+2.0%糖苷二钠	172	170	0.988
AES+3.0%糖苷二钠	174	172	0.989

### 2.2.3 刺激性测试结果

如表2所示,通过 $N$ 值(氮值),可把表面活性剂刺激性分为3类:

表2 刺激性判断标准

$N$ 值/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	判断标准
$>4$	强刺激性
$2\sim 4$	低刺激性
$<2$	无刺激性

根据表3所得测试结果,表中糖苷二钠为木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的简称;纯的AES样品氮值处于2~4之间,属于低刺激性的表面活性剂产品,测试结果

符合其产品具有较低刺激性的特点<sup>[12]</sup>。在添加木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐之后,其刺激性进一步降低。添加量为1.5%的样品的氮值较纯AES样品的氮值下降22%,说明制备的木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐产品对AES产品的刺激性具有明显的降低作用;并且在所测范围内随着木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐的加入的增加,AES样品的氮值是呈线性降低的。木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐在降低表面活性剂产品刺激性方面具有良好的应用前景,可以进一步提升产品安全性。

表3 木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐对AES刺激性的影响

样品	$N$ 值/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	分类
AES	2.960	低刺激性
AES+0.5%糖苷二钠	2.735	低刺激性
AES+1.0%糖苷二钠	2.533	低刺激性
AES+1.5%糖苷二钠	2.323	低刺激性

### 2.2.4 皮肤水分含量测试结果

受试者使用两种样品溶液前后其皮肤的水分含量变化趋势如表4和图7所示。

表4 测试前后皮肤水分含量变化表

	水分含量/%			
	0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
2%糖苷二钠	26.57	26.83	33.73	30.13
	27.40	29.07	30.23	28.60
	30.40	27.33	31.10	30.77
平均值	28.1	27.7	31.7	29.8

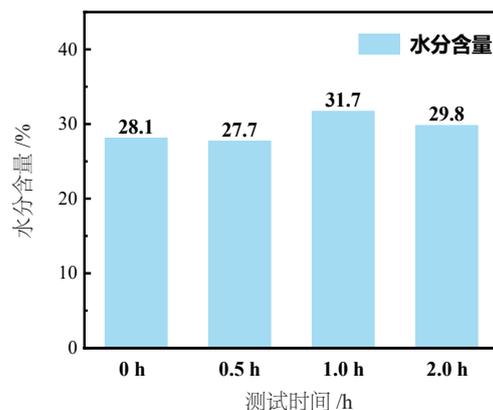


图7 使用测试样品前后皮肤的水分含量变化值

从图7的实验数据来看,木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐展现出了良好的保湿性能。0.5h时,皮肤表面未被吸收的多余水分可能随环境蒸发,同时皮肤自身的屏障调节机制启动,短暂出现水分流失速率大于补充速率的情况,导致数值暂时回落。在产品使用1.0小时后,受试者的皮肤水分含量上升,皮肤水分含量增加率为12.8%。使用木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐2.0h后,皮肤水分含量变化率相比1.0h有所回落,但依旧保持着增加的趋势。在

整个测试周期内,木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐能够有效提升皮肤水分含量,表明产品在测试周期内持续发挥保湿作用,具有一定的保湿效果<sup>[22]</sup>。

### 2.2.5 经皮失水量测试结果

受试者使用两种样品溶液前后其皮肤的经皮失水量变化趋势如表5和图8所示。

表5 测试前后经皮失水值变化表

	经皮失水 /%			
	0 h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
	13.3	12	10.9	10.5
2%糖苷二钠	10.6	10.4	10.6	10
	9.6	11.6	11.6	11.5
平均值	11.2	11.3	11.0	10.7

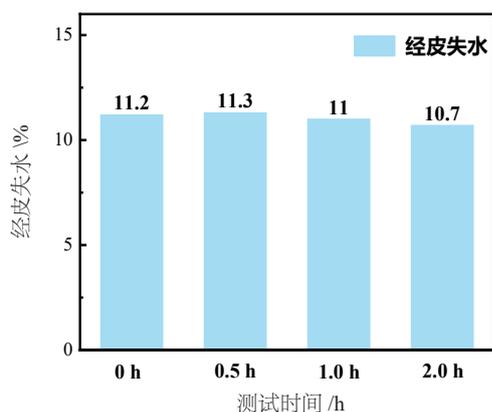


图8 使用测试样品前后皮肤的经皮失水值

从图8可以看出,使用木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐产品涂抹皮肤1.0 h和2.0 h后,皮肤经皮失水量(TEWL)均出现下降趋势,表明该产品能够构筑皮肤锁水屏障抑制水分流失<sup>[23]</sup>。当时间延长至2.0 h,皮肤经皮失水量继续降低,木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐持续发挥皮肤保湿功能。皮肤水分含量测试和经皮失水测试数据印证了木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐能够通过降低水分经皮散失从而增强皮肤的长效保水能力。

### 2.2.6 头发保湿性能测试结果

发束用两种样品溶液处理前后其质量变化趋势如表6和图9所示。

表6 测试前后头发重量变化表

	头发质量 / mg			
	0h	0.5 h	1.0 h	2.0 h
2%糖苷二钠	323.5	353.2	333.3	327.2

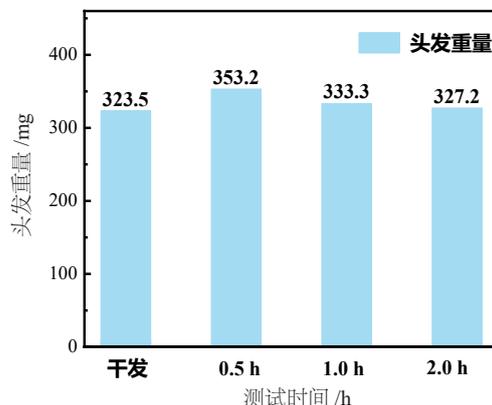


图9 测试前后头发重量变化

从图9可以看出,使用木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐处理发束0.5 h、1.0 h和2.0 h后,发束质量变化率分别为9.18%、3.02%和1.14%。样品使用后一定时间内发束质量变化率均为正值,对比同样条件下用去离子水处理的发束,说明木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐对头发都具有一定的保湿效果<sup>[24]</sup>。使用该合成产品后发束质量增加幅度大,可以合应用于护发产品中,尤其是针对干燥、受损发质的修复和保湿<sup>[25]</sup>。

## 3. 结论

本文以木糖醇基葡萄糖苷和马来酸酐为原料,通过两步反应成功合成了木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐。性能测试结果表明,木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐具有优异的表面活性与应用性能:

(1)表面化学性能:与AES复配时,能显著降低AES的临界胶束浓度( $cmc$ )和临界胶束浓度下的表面张力( $\gamma_{cmc}$ ),3%添加量时 $\gamma_{cmc}$ 降至32.90 mN/m,促进AES在界面的吸附与胶束化;

(2)泡沫性能:可提升AES的瞬时发泡性和稳泡性,3%添加量时瞬时泡沫高度达174 mm,5 min稳泡率为0.989,其作用机制与降低表面张力、增强泡沫膜黏度相关;

(3)刺激性:能有效降低AES的刺激性,1.5%添加量时氮值较纯AES下降22%,且随添加量增加呈线性降低趋势;

(4)保湿性能:对皮肤和头发均具有良好的保湿效果,使用1 h后皮肤水分含量增加12.8%,经皮失水量

(TEWL)持续下降;处理头发2 h后,发束质量仍增加1.14%,显示出长效锁水能力。

综上,木糖醇基葡萄糖苷琥珀酸酯二钠盐兼具表面活性、低刺激性和保湿功能,在日用化学品(如洗涤剂、护肤品、护发产品)中具有重要的应用价值和开发前景。

## 参考文献

- [1]崔旭宁,李鹏飞,赵凯凯,等.烷基糖苷衍生物的研究进展[J].中国洗涤用品工业,2025(2):44-50.
- [2]Cholakova D, Tcholakova S. Sucrose ester surfactants: Current understanding and emerging perspectives[J]. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2024, 73(000):24-30.
- [3]Zhu J P, Liang M Y, Ma Y R, et al. Enzymatic synthesis of an homologous series of long- and very long-chain sucrose esters and evaluation of their emulsifying and biological properties[J]. Food hydrocolloids, 2022(Mar. Pt.A):124-132.
- [4]李锦锦,董勇,徐媚,等.清洗剂用烷基糖苷及其衍生物的研究进展[J].精细化工,2022,39(4):665-676.
- [5]Gérard, T. Méline, Muzard M, et al. Enzymatically-synthesized xylo-oligosaccharides laurate esters as surfactants of interest[J]. Carbohydrate research, 2020, 495:108-119.
- [6]梁晓宇.木糖醇葡萄糖苷保湿剂对皮肤屏障的作用与测试[J].日用化学品科学,2012,35(6):26-28.
- [7]Shah, Nirali, N, et al. Modification of proteins and polysaccharides using dodecyl succinic anhydride: Synthesis, properties and applications-A review[J]. International Journal of Biological Macromolecules: Structure, Function and Interactions, 2018, 107(Pt.B): 2224-2233.
- [8]罗凤,张万年,王锐,等.琥珀酸衍生物类非离子型表面活性剂的合成及性能评价[J].石油化工高等学校学报,2024,37(3):11-16.
- [9]Zan M, Xu H, Lin L, et al. Study on synthesis, properties, and aggregation behavior of sodium alkyl glycoside sulfate[J]. Journal of Dispersion Science & Technology, 2024, 45(10):14-19.
- [10]蔡小雪,王莉娜,汤小芹.表面活性剂泡沫性能与浓度相关性研究[J].中国洗涤用品工业,2024(10):60-69.
- [11]魏焕曹,魏旭,许兆坤.一种降低AES刺激性的高分子表面活性剂及其制备方法:CN2020-11421149.9[P].CN112358583B[2025-08-25].

[12]董银卯,斯晓帆,彭金乱.用玉米醇溶蛋白测试表面活性剂的刺激性[J].日用化学工业,2002,32(5):3-8.

[13]高一峰,叶赐能,薛林雨,等.植物提取物降低表面活性剂对皮肤的刺激性[J].中国洗涤用品工业,2019(10):5-10.

[14]陈亚飞,余汉谋,姜兴涛,等.皮肤保湿剂的功效评价方法[J].日用化学品科学,2015,38(12):27-30.

[15]Jeon H, Shin Y W, Won J G, et al. Novel Cosmetic Ingredient CS-AA Polyion Complex and Skin Moisturizing Effect[J]. Skin Research and Technology, 2024, 30(9):47-54.

[16]Nakai K, Kubota Y, Soma G I, et al. The Effect of Lipopolysaccharide-containing Moisturizing Cream on Skin Care in Patients With Mild Atopic Dermatitis[J]. In Vivo, 2019, 33(1):227-235.

[17]Cheng Y, Dong Y, Wang J, et al. Moisturizing and anti-sebum secretion effects of cosmetic application on human facial skin[J]. International Journal of Cosmetic Science, 2010: 337-343.

[18]吴雨闻,马铃,陈殿松,等.头发与头皮护理的科学基础(I)--水分对头发性能的影响以及头发保湿锁水功效的研究[J]. China Surfactant Detergent & Cosmetics (1001-1803), 2023, 53(1):22-31.

[19]Lima Cibele Rosana Ribeiro de Castro, Machado Luci Diva Brocardo, Velasco Maria Valéria Robles. DSC measurements applied to hair studies[J]. Journal of Thermal Analysis & Calorimetry. 2018, 132(3):1429-1437.

[20]Slavchov R I, Peychev B, Minkov I. Electrolytes at Uncharged Liquid Interfaces: Adsorption, Potentials, Surface Tension, and the Role of the Surfactant Monolayer[J]. Langmuir, 2024, 40(33):20-25.

[21]Issakhov M, Khanjani M, Muratkhozhina A, et al. Experimental and data-driven analysis for predicting nanofluid performance in improving foam stability and reducing mobility at critical micelle concentration[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1):17-23.

[22]Lee H, Lee K, Kim M, et al. Synergistic moisturizing effect of a cellulose nanofibril/hyaluronic acid/poly- $\gamma$ -glutamic acid blend system[J]. Cellulose, 2025, 32(8):68-75.

[23]Jeon H, Shin Y W, Won J G, et al. Novel Cosmetic Ingredient CS-AA Polyion Complex and Skin Moisturizing Effect[J]. Skin Research and Technology, 2024, 30(9):98-105.

[24]Yuen C. W. M., Kan C. W., Chow Y. L. Effect of sun protection agent on preventing hair colour fading and hair damage[J]. Fibers & Polymers. 2010, 11(2):316-320.

[25]Mariko Egawa, Motofumi Hagihara, Motohiro Yanai. Near-infrared imaging of water in human hair[J]. Skin Research & Technology. 2013, 19(1):35-41.



## Preparation and Properties of Xylityl Glucoside Succinate Disodium Salt

Li Dan-dan<sup>1</sup>, Guo Wen-hua<sup>1</sup>, Zheng Ru-jing<sup>1</sup>, Jiang Jin-jie<sup>1</sup>, Chen Chen<sup>1</sup>, Dai Rui-yao<sup>2</sup>, Xu Hu-jun<sup>2\*</sup>

(1.Zhejiang Haomai Technology Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang 311215;

2.School of Chemical and Material Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122)

**Abstract :** In this paper, xylityl glucoside succinate disodium salt was synthesized via a two-step reaction using xylityl glucoside and maleic anhydride as raw materials. The structure of the product was characterized by Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and ultra-high performance liquid chromatography-tandem quadrupole time-of-flight mass spectrometry. Meanwhile, its surface chemical properties, foaming properties, irritation, and moisturizing properties were systematically tested. The results showed that the product can effectively improve the surface activity and foaming properties of sodium laureth sulfate (AES), reduce its irritation, and itself has good moisturizing effects on skin and hair, thus exhibiting good application prospects in the field of daily chemicals.

**Keywords :** xylityl glucoside; succinate disodium salt; moisturizing property; irritation

