



第四代生物表活

祛痘 | 修护 | 清洁 多效一体

槐糖脂

INCI: 蜂生假丝酵母/葡萄糖/油菜籽油酸甲酯发酵产物、水、对羟基苯乙酮、1,2-己二醇

生物表活的特点与优势

生物基表面活性剂，指微生物在特定好氧或厌氧环境下，以糖类、淀粉、油脂、脂肪等物质为碳源，通过发酵而产生的亲水亲油的代谢产物。生物表活有非离子型和阴离子型等不同构型。生物表活通常有1个或多个官能团和手性中心，结构较为复杂，按亲水基结构不同，可划分为糖脂类、脂肪酸类、脂肽类以及聚合表面活性剂等。

相比传统表活，生物基表活具有以下优势：1) 溶液中非离子状态，稳定性强， 2) 热稳定性 3) 生物可降解性高、毒性低 4) 低临界胶束浓度和较高表面活性

环保性

😞 传统合成表面活性剂，从不可再生的石油中制得，且部分较难降解，对于环境有影响

😊 生物表活使用可再生资源生产，易生物降解，更加环保

皮肤相容性高

😞 传统的阴离子表活（如烷基苯磺酸钠），更易进入皮肤与蛋白质结合，导致皮肤结构肿胀，并进一步渗透皮肤深层，危害肌肤屏障。

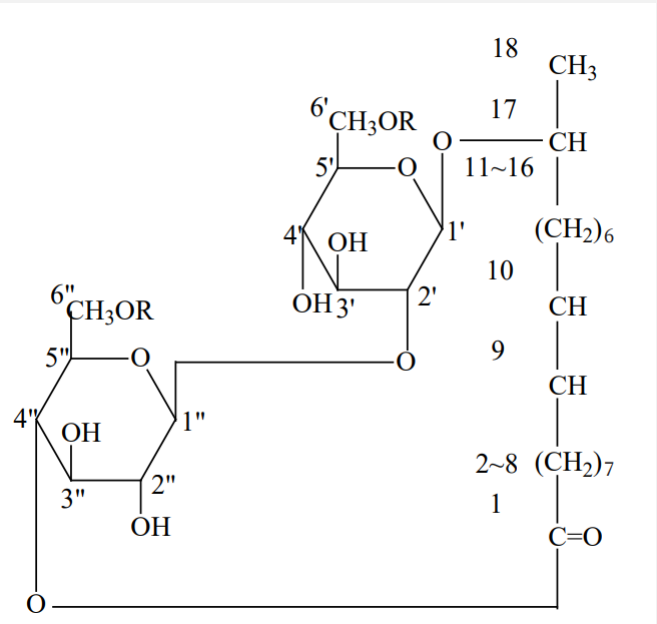
😊 温和性更强，可减少对皮肤的刺激性，适宜敏感肌使用，并提高护肤能力

生物表面活性剂	生产菌株
甘露糖赤藓糖醇脂	<i>Pseudozyma antarctica</i>
	<i>Pseudozyma rugulosa</i>
	<i>Pseudozyma hubeiensis</i>
槐糖脂	<i>Candida bombicola</i>
	<i>Candida batistae</i>
鼠李糖脂	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
海藻糖脂	<i>Rhodococcus erythropolis</i>
	<i>Rhodococcus rubber</i>
琥珀-海藻糖脂	<i>Rhodococcus erythropolis</i>
纤维二糖脂	<i>Ustilago maydis</i>

槐糖脂特性与优势

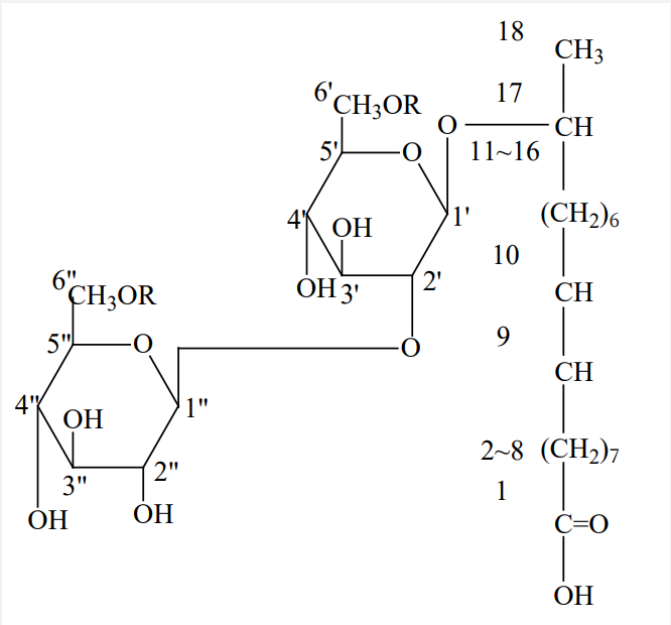
槐糖脂是非离子型表面活性剂，由微生物代谢产生，其亲水基为槐糖，由两个葡萄糖分子以 β -1,2糖苷键结合，疏水基是饱和或者不饱和长链 ω -(ω -1) 羟基脂肪酸，根据亲水基团和疏水基团之间是否发生内酯化作用，可分为内酯型与酸型。

槐糖脂的长碳链结构形态，可以与皮肤脂质分子结合，有助于增强其赋脂能力，停留于皮肤。同时，槐糖脂具有良好的抑菌效果，槐糖脂分子结构与细胞膜结构相似，可以抑制生物膜的形成和破坏已形成的生物膜。



内酯型槐糖脂

- 1) 亲脂性强，有利于清洁皮肤油污
- 2) 降低表面张力，提高清洁效率



酸型槐糖脂

- 1) 起泡能力强
- 2) 水溶性高，温和无刺激

禾醇元 × 华东理工大学生物工程学院 国家生化工程技术研究中心（上海）

我们具有近30年产品与工程优化放大稳定生产经验，并建立了专属发酵优化与放大实验室、分离纯化实验室，1995年至今-以技术服务利君沙、复旦大学、北方药业、海正等各领域企业单位，曾先后四次获国家科技进步二等奖和10次省部级科技进步奖。



郭美锦 博导

中国微生物学会常务理事、生化过程模型化与控制专委会主任委员

中国科协“科创中国”生物医药产业技术服务团首席专家



刘志敏 技术专家

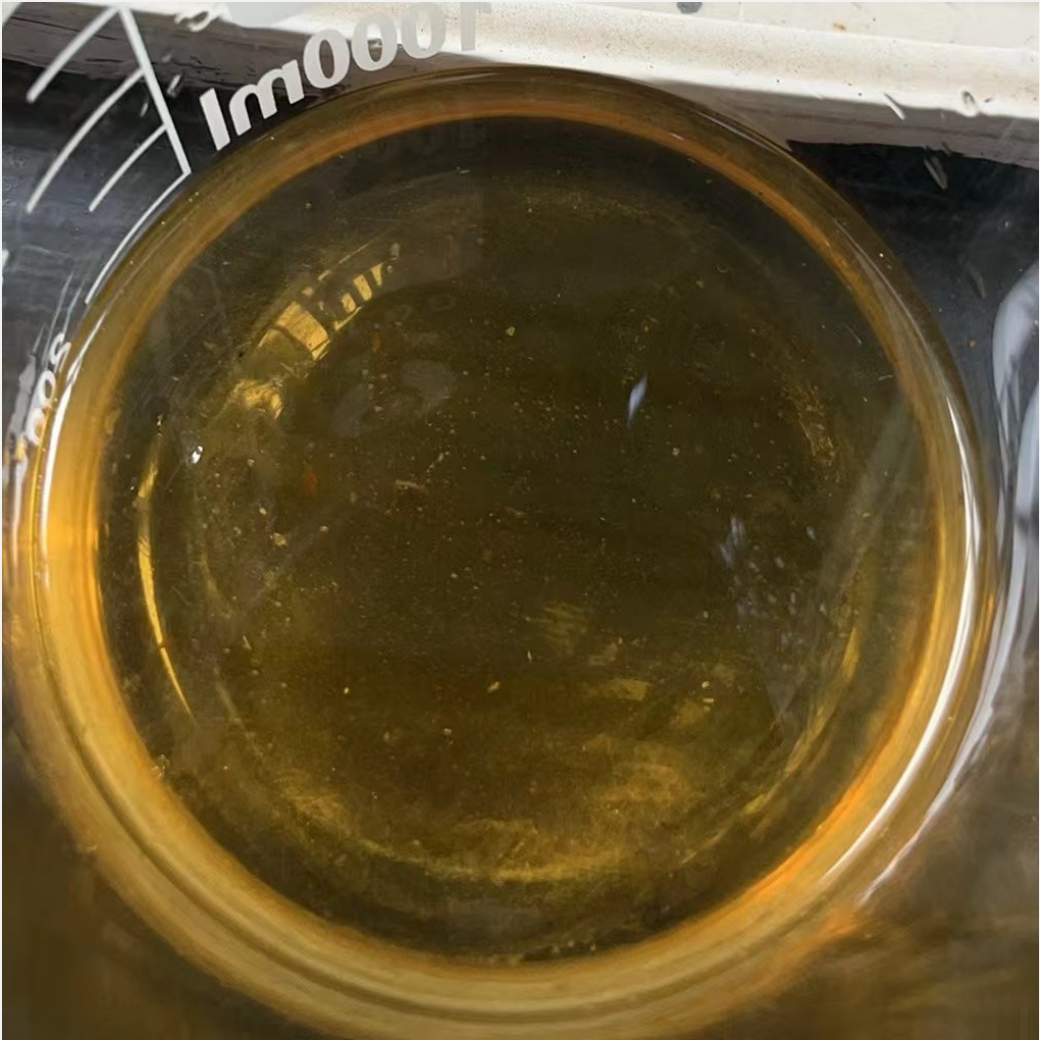
现任军事科学院军事医学研究院生物工程研究所微生物工程研究室主任、研究员、博士生导师

国家食品药品监督管理局总局（SFDA）药品审评专家



产品特性

商品名	SOPHOROLIPID-槐糖脂
颜色外观：	半透明-透明琥珀色液体
建议添加量：	淋洗类 0.5-3% 驻留类 0-8%
INCI：	水、蜂生假丝酵母/葡萄糖/油菜籽油 酸甲酯发酵产物、对羟基苯乙酮、 1,2-己二醇
固含量：	≥40%
pH值：	6-8
功效：	皮肤调理、祛痘、修护、除螨



绿色发酵工艺



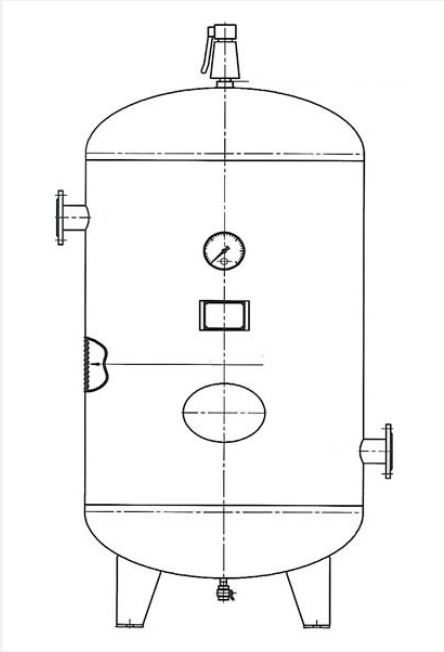
假丝酵母菌



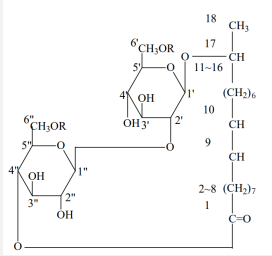
菜籽油



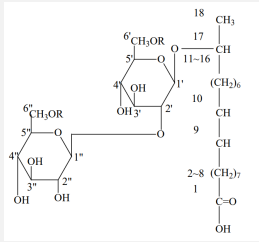
葡萄糖



绿色发酵



70%内酯槐糖脂



30%酸型槐糖脂



洗护、水乳
霜膏、儿童
护理等



降解为二氧化
化碳



确保每一滴糖脂的 绿色纯净 环境友好

天然来源、天然可降解

微生物天然发酵生产
绿色可再生资源
可降解、环境无污染
原料、产地可追溯

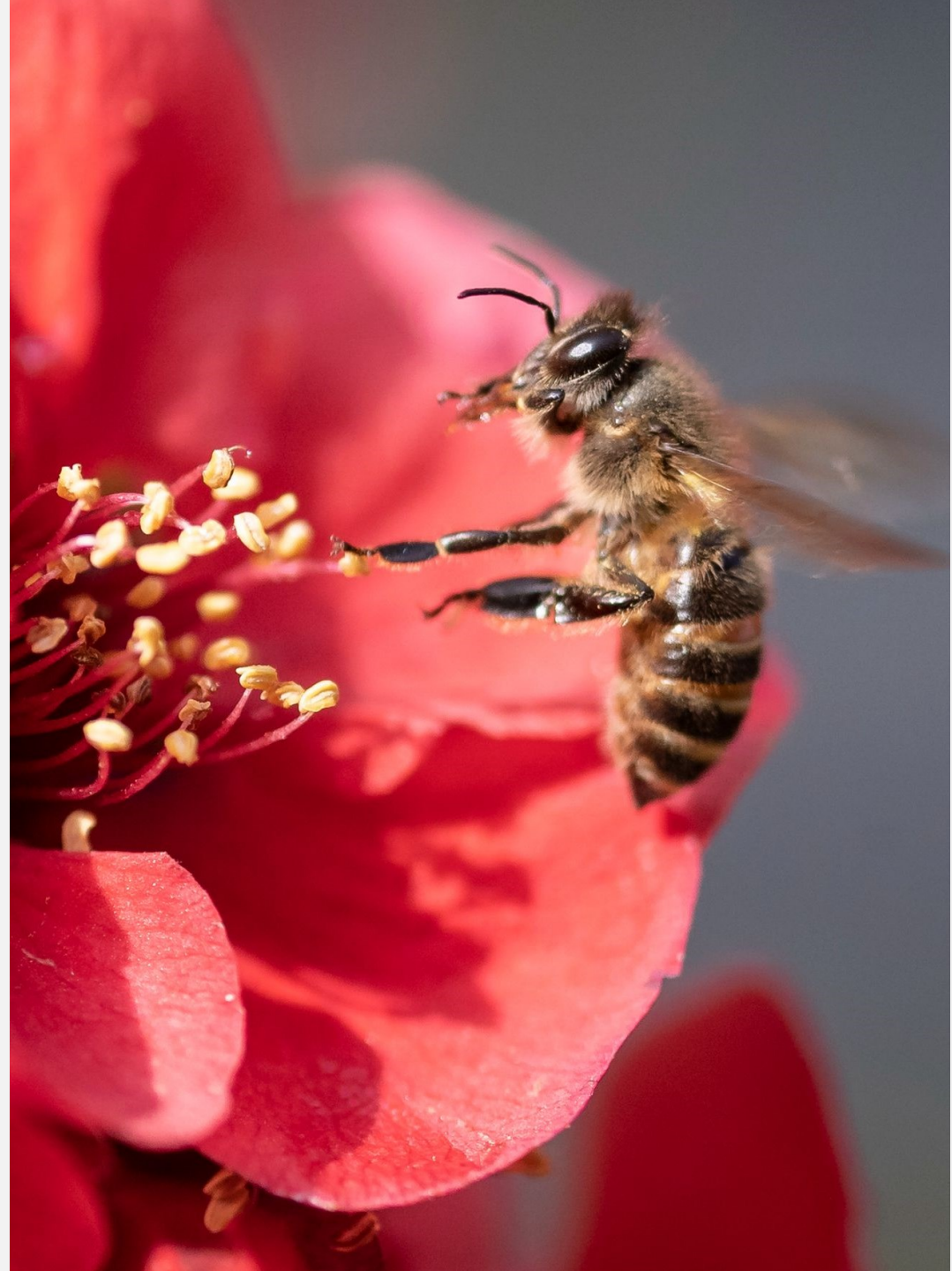
温和友好、洗护合一

兼具抑菌、祛痘、净屑、修护多重护理功效
敏感肌、痘痘肌、儿童肌等多重肤质适用
温和不刺激，呵护屏障
绿色安全、无毒
可与其他表活复配
强赋脂能力

Sophorolipid 槐糖脂

源自神农架地区中华蜜蜂的假丝酵母菌种

- 温和清洁不刺激，呵护柔嫩皮肤
- 促进皮肤修护，呵护屏障功能，敏感肌友好
- 抑制痤疮丙酸杆菌，改善痤疮痘痘肌
- 抑制有害菌群，维护肌肤微生态平衡
- 有效灭杀螨虫，改善因螨虫引发的皮炎性红斑、丘疹
- 吸收紫外线波段，对抗因紫外线而引起的光损伤

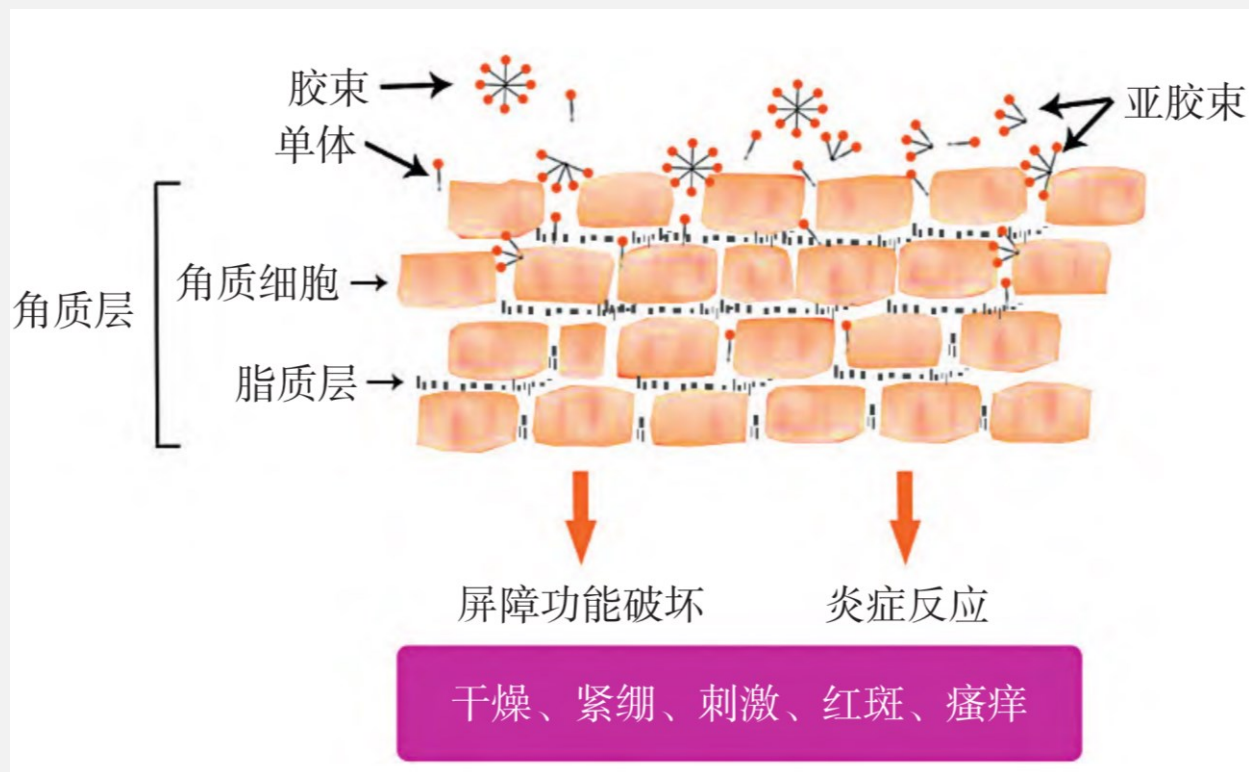


过度清洁与屏障损伤

角质层作为皮肤的物理性屏障，由死亡的扁平角质细胞以及薄层脂质组成，角质层细胞间脂质主要由大约等摩尔比的神经酰胺、胆固醇和游离脂肪酸组成，以及极少量的磷脂和其他脂质。角质层对于维系皮肤屏障健康起着关键性作用，过度清洁所导致的水分流失与脂质减少会导致皮肤紧绷、粗糙、起皮等，长期甚至可能导致屏障受损与皮肤敏感。

因人体皮肤构造存在间隙以及表面活性剂的双亲结构渗透性，不可避免的存在一部分表活无法用水冲走，而是吸附渗透至皮肤角质层内，造成在人体皮肤残留

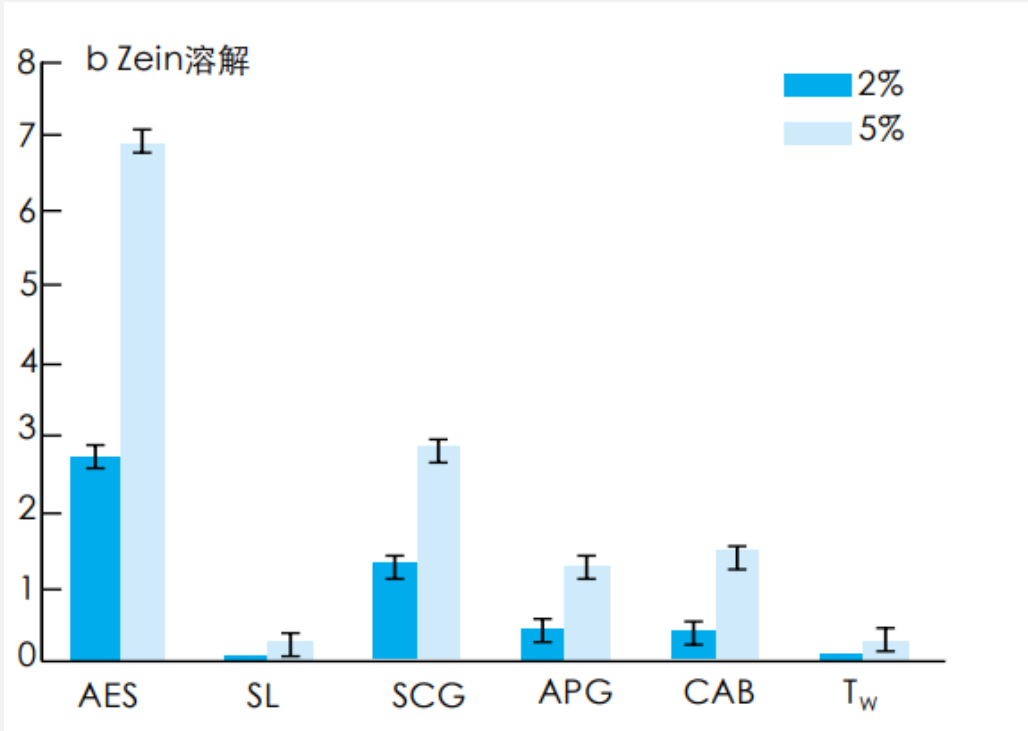
- ✓ 表活与角质层细胞角蛋白结合导致皮肤结构肿胀，并允许表活渗透更深层皮肤，造成进一步的肿胀与渗透没出现级联改变，引起洗后紧绷，锁水能力降低。
- ✓ 表活对于细胞间脂质的洗去，也会导致皮肤的保湿能力下降，造成角质层脱脂、屏障功能受损和TEWL水平升高，皮肤变得干燥失去弹性。
- ✓ 表活长期存在会导致其与蛋白质的相互作用，引起皮肤的局部炎症反应，甚至刺激性接触性皮炎。



不易与蛋白质作用

玉米醇溶蛋白测试Zein

传统离子型表面活性剂，对于蛋白质的影响较大，可以通过较强的静电作用与蛋白质相结合，进而导致蛋白质变性，而非离子型表面活性剂，主要是通过较弱的氢键作用和范德华力与蛋白质结合，不会强烈改变蛋白质结构，从而降低了刺激性。



不同表活在不同浓度下的Zein溶解测试

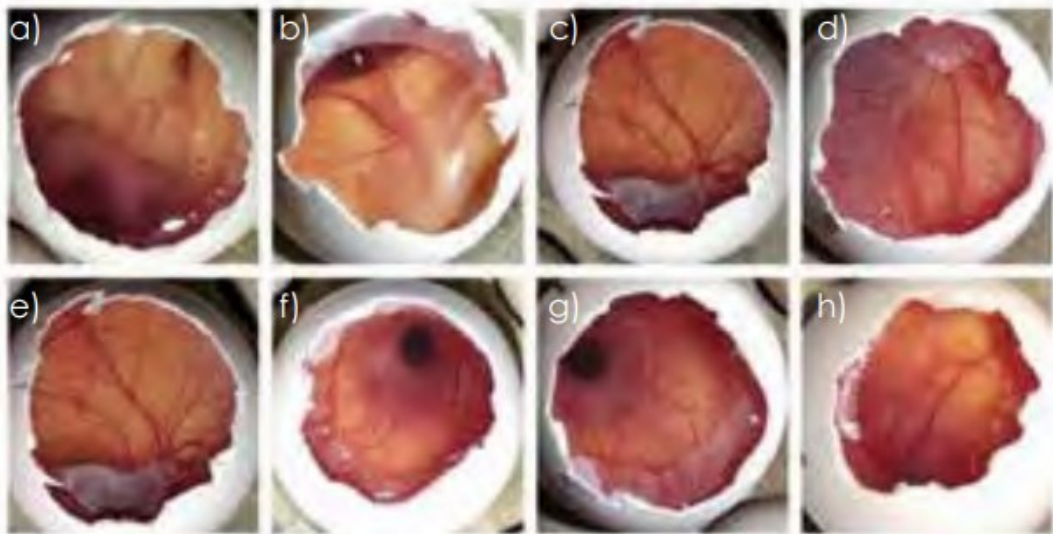
对照设置椰油酰谷氨酸钠（SCG）、椰油酰胺丙基甜菜碱（CAB）、辛基/癸基葡萄糖苷（APG）、脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠（AES）、PEG-80失水山梨醇月桂酸酯（Tween 28）

- 相对于AES、SCG、APG、CAB，2% SL 槐糖脂具有最低溶解性，与TW相当，说明与蛋白结合最弱，刺激性最低
- 相对于AES、SCG、APG、CAB，5% SL 槐糖脂具有最低溶解性，与TW相当，表明刺激性最低

不易出现眼刺激

鸡胚尿囊膜实验

鸡胚尿囊膜实验是广泛用于验证眼刺激性的替代方案。可通过观测不同表活的产品接触鸡胚绒毛尿囊膜后，鸡胚出现的毛细血管刺激情况，评估产品对于眼部的刺激性，出血越多则刺激性越强。



a AES; b SCG; c APG; d CAB; e SCG/CAB=3:1; f SCG/CAB=1:1; g SCG/CAB=1:3; h SCG/CAB=1:1+1 mg/mL SL

接触不同表活溶液5 min后鸡胚绒毛尿囊膜照片

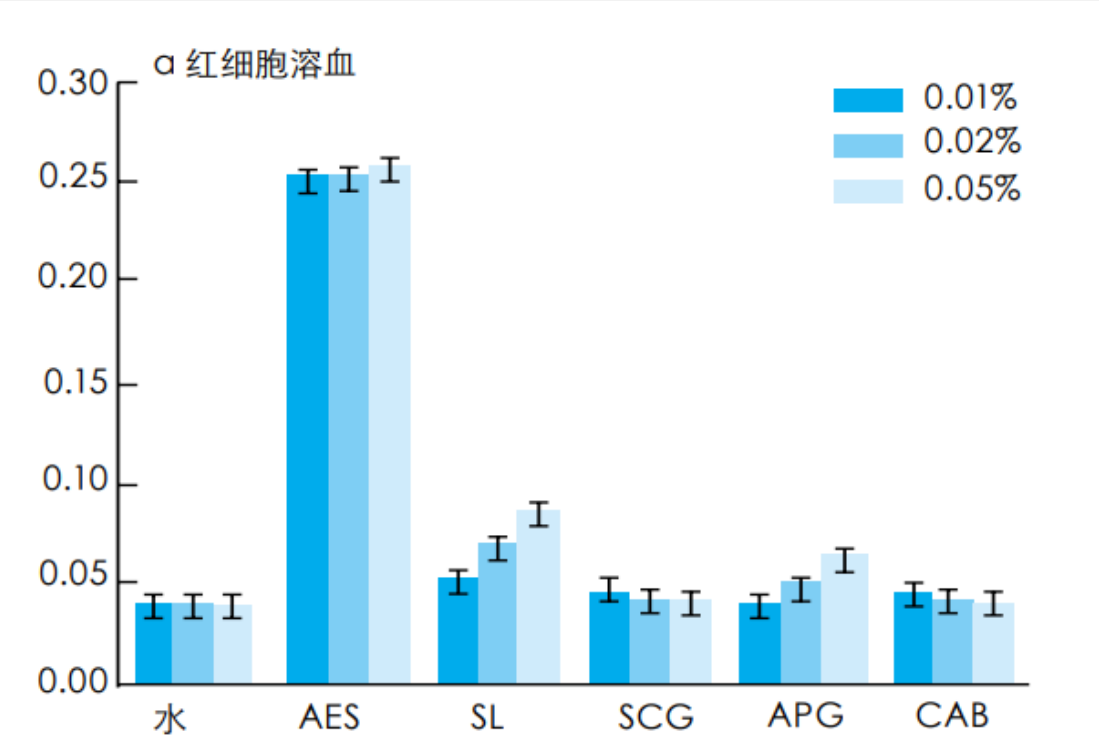
对照设置：SCG、CAB、APG、AES
产品设置：SCG/CAB=1:1+1mg/ml 槐糖脂

- 单独AES明显血管溶解，具有中度刺激性
- 单独SCG与APG，毛细血管轻微出血，具有轻度刺激性
- SCG/CAB复配比例1:1~ 1:3时，未见明显充血，没有明显刺激性
- SCG/CAB=1: 1时，加入1mg/ml 槐糖脂，**未出现刺激**，说明槐糖脂的加入，有助于改善表活温和性

不易出现眼刺激

红细胞测试

红细胞测试常作为兔眼测试的体外替代实验，是一种光度测试，通过测量渗入上清液的血红蛋白量来评估表活对细胞膜的损伤，可评估由表活和基于表活的产品引起的眼部刺激反应。



不同表活在不同浓度下的红细胞溶血测试

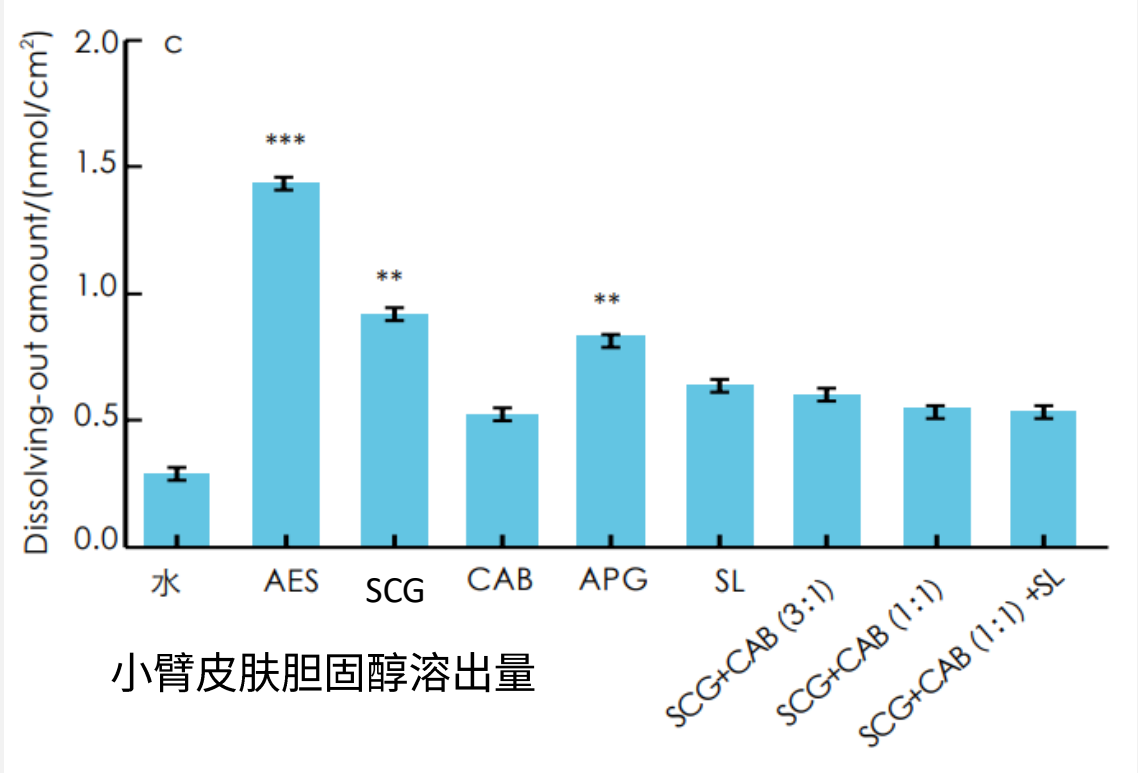
对照设置：AES、SCG、APG、CAB
空白设置：水

- AES具有最大刺激性，且在最低浓度 0.1 mg/mL情况下，也具有很强刺激性
- 0.01%添加量时，**槐糖脂温和性与水相当**，与SCG、APG、CAB持平
- 添加量提高至0.05%时，槐糖脂刺激性依旧远低于AES，说明具有很强温和性

减少肌肤屏障损伤

高效液相色谱 仪Waters 1525外标法测试胆固醇含量

胆固醇是细胞间脂质的重要组成部分，是皮肤砖墙结构中水泥部分的基石，具有修护屏障的作用。而角质细胞中的天然保湿因子PCA吡咯烷酮羧酸钠，是皮肤内源保湿的重要组成，有利于皮肤含水量的提高。



对照设置：AES、SCG、CAB、APG

产品设置：SL槐糖脂

空白设置：水

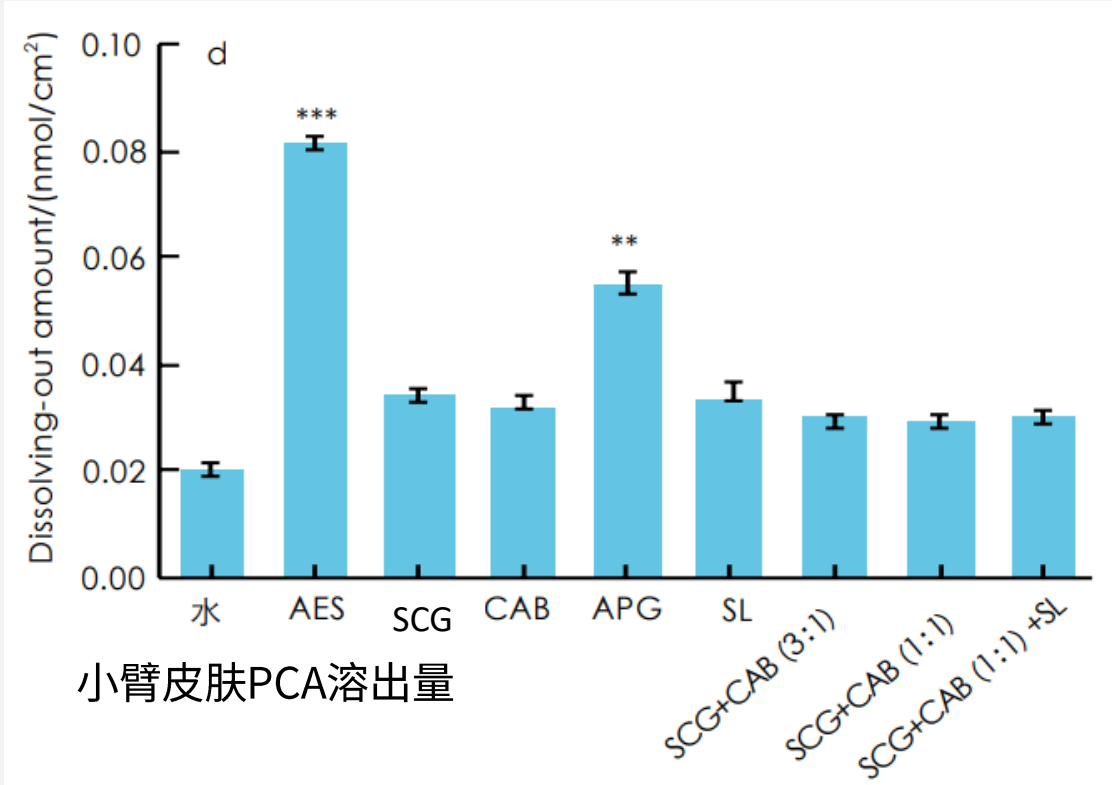
- 单独使用槐糖脂，胆固醇溶出量接近使用清水水平
- 单独使用槐糖脂，胆固醇溶出量远低于AES，低于SCG、APG，接近CAB，说明胆固醇溶出量低
- 槐糖脂加入SCG/CAB复配 1:1~ 3:1时，相对于单独使用SCG、CAB的溶出量进一步降低
- 槐糖脂加入SCG/CAB复配 1:1~ 3:1时，相对于未加入时的SCG/CAB复配，胆固醇溶出量更低

减少肌肤屏障损伤



高效液相色谱 仪Waters 1525外标法测试吡咯烷酮羧酸（PCA）含量

皮脂膜可以保护皮肤免受外界刺激，有助于维系皮肤屏障功能健康，适度清洁可去除皮肤表面的油污与粉尘等，但过度清洁的刺激则会导致天然保湿成分过度溶出，造成皮肤干燥。



对照设置：AES、SCG、CAB、APG

产品设置：SL槐糖脂

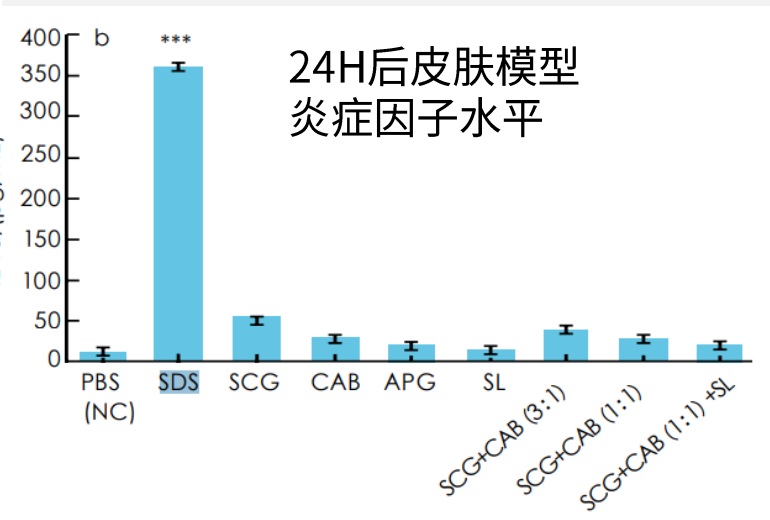
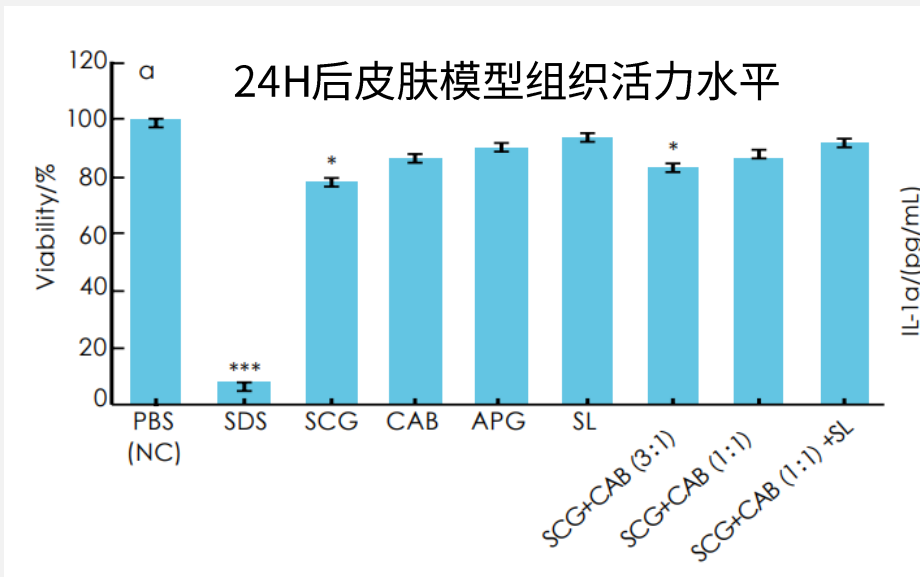
空白设置：水

- 单独使用槐糖脂，PCA溶出量与SCG、CAB持平，接近使用清水水平
- 单独使用槐糖脂，胆固醇溶出量远低于AES，低于APG组，说明PCA溶出量低
- 槐糖脂加入SCG/CAB复配 1:1~ 3:1时，相对于单独使用SCG、CAB的溶出量有所降低

降低炎症因子水平

RHEs模型50 mg/mL表面活性剂暴露15 min 后，继续培养24 h后的组织活力和炎症因子分泌水平

表面活性剂可与角质层中蛋白和脂质相互作用，破坏角质层砖墙结构，渗透进入皮肤内部引起细胞损伤，释放炎症因子，进而损伤肌肤屏障。因此，降低清洁后的皮肤炎症因子水平，是维护皮肤屏障健康的重要组成部分。



空白设置：PBS磷酸盐缓冲液

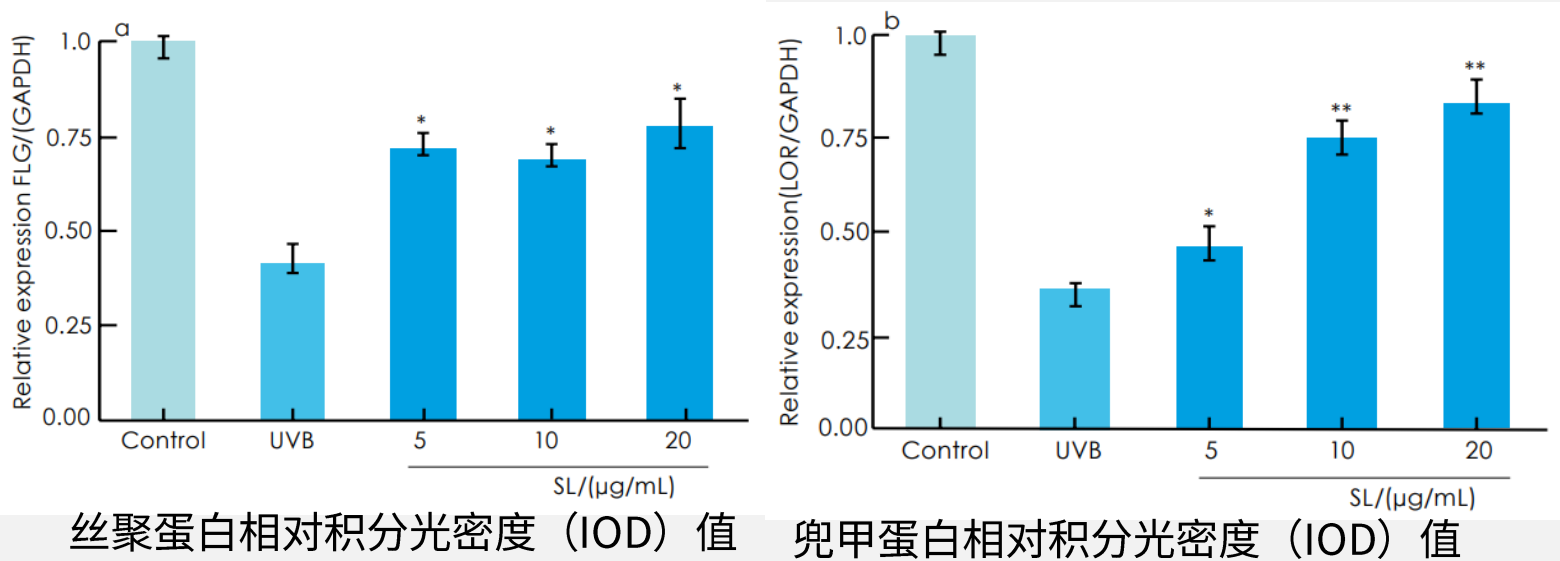
阳性对照组：SDS

- 相对于阴性对照组，SL槐糖脂与SCG、CAB、APG接近，均**不会引起皮肤炎症水平显著上升**
- 槐糖脂加入SCG/CAB复配1:1~3:1时，相对于单独使用SCG、CAB，温和性进一步提升，**炎症因子水平进一步降低**

提高丝聚蛋白与兜甲蛋白表达

UVB 诱导建立HaCaT细胞损伤模型

丝聚蛋白（FLG）和兜甲蛋白（LOR）与表现为干燥、脱屑的皮肤屏障损伤有关，FLG和LOR的提高有利于细胞角化包膜功能的完整，进而有利于皮肤的保湿和屏障功能。



空白组：空白对照
模型组：UVB诱导HaCat细胞损伤模型
产品组：UVB照射后11%表活DMEM溶液培养

- 受到UVB刺激，FLG和LOR表达均发生下降，加入SL槐糖脂后，两者表达提高，表明SL具有改善皮肤屏障功能的功效，具有保湿、修护的潜在功效

良好修护效果

WI-GZB-717 细胞划痕迁移实验

细胞划痕法是测定细胞迁移运动和修护能力的方法，类似体外伤口愈合模型，在细胞生长的中央区域划线，制造一个空白区域，称为划痕，划痕边缘的细胞会逐渐进入空白区域愈合，在一定程度上模拟了体内细胞迁移的过程。

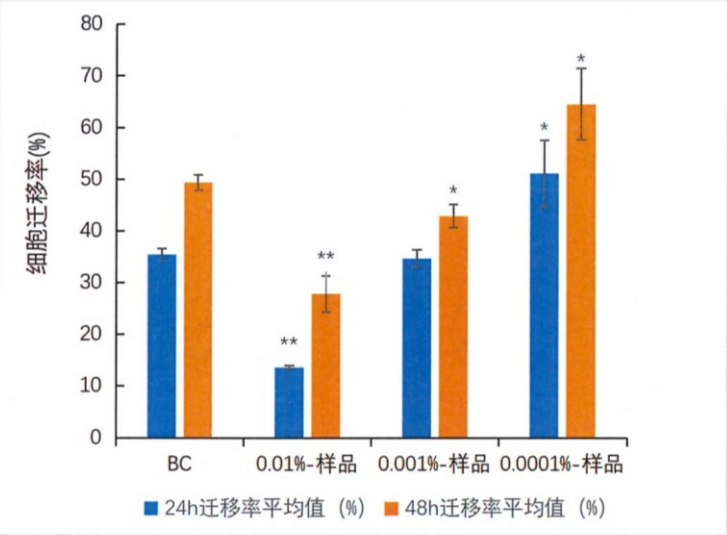
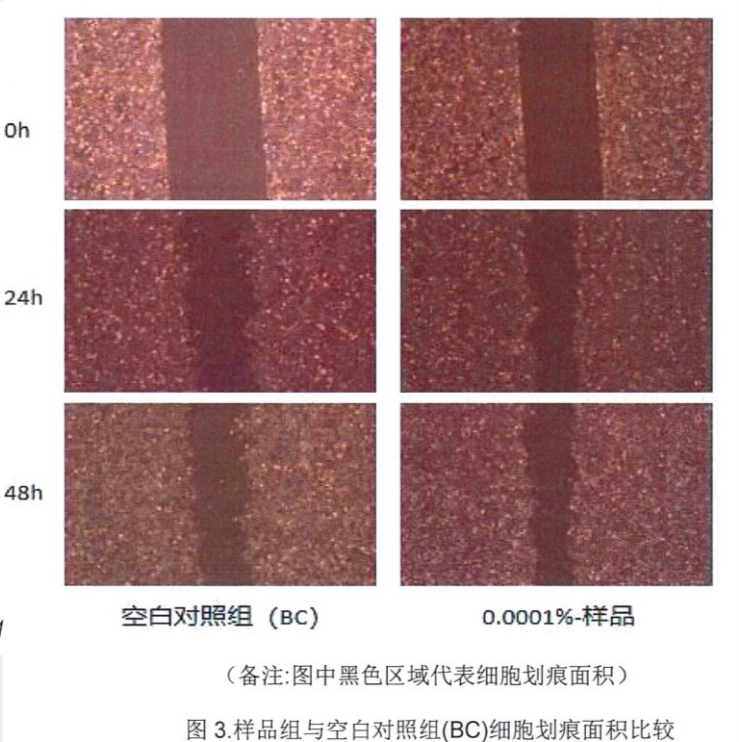


图 2 不同浓度样品的细胞迁移率

*表示与空白对照组 (BC) 相比，差异具有统计学意义 (*P<0.05,**P<0.01)



空白组：空白对照
产品组设置：0.01%、0.001%和 0.0001%槐糖脂

结论：

- 与空白对照组相比，0.0001%槐糖脂分别作用细胞 24h 和 48h 时，对细胞迁移率分别为 51.09%和64.56%
- 与空白组相比，0.0001%槐糖脂对细胞迁移表现一定促进作用，具有修护效果

耐盐耐高温，稳定pH值 5-7.5

槐糖脂具有良好的稳定性，由于其在溶液中不是离子状态，因而不易受到强电解质无机盐类影响。同时其热稳定性也较强，即使在120℃高温条件下，槐糖脂表面张力变化不大，表明在较宽的温度范围内，槐糖脂有很好的表面活性，具有良好的热稳定性。槐糖脂在强酸强碱环境下，表面张力则会有明显升高。

