

敏感肌适用的油包水（W/O）抗衰老面霜的研发与评价

黄思舒¹, 陈汉坤¹, 朱伟²

(1. 广州青岚生物科技有限公司, 广东广州, 510000;

2. 广州中医药大学第二附属医院, 广东广州, 510000)

DOI:10.61369/CDCST.2026020005



黄思舒



朱伟

摘 要: 针对敏感性皮肤屏障脆弱、炎症易发及衰老加速的病理特征, 开发了一款基于油包水(W/O)乳化体系的抗衰老面霜, 其特点在于通过封闭修护与靶向抗衰老协同的作用, 解决敏感性皮肤对抗衰老产品的不耐受问题, 产品外观为哑光乳白色膏体, 稳定性合格, 鸡胚绒毛尿囊膜试验证实无刺激性, 人体功效评价显示其舒缓($P<0.01$)与抗衰老($P<0.01$)效果显著, 能有效改善敏感肌肤衰老状态, 这为后续开发敏感性皮肤专用抗衰老产品提供了科学参考。

关 键 词: 敏感皮肤; 抗衰老; 炎症; 面霜

第一作者简介: 黄思舒, 工程师助理, 研究领域: 化妆品配方研究。E-mail: huangsisu0_0@163.com。

通讯作者简介: 朱伟, 博士, 研究员, 研究领域: 中草药化妆品研发和功效评价。

E-mail: 13826260112@163.com。

敏感性皮肤(Sensitive Skin, SS)是一种在生理/病理状态下易受外界细微刺激诱发, 以神经感觉超敏反应(高反应状态)为表征的综合征。其临床表现为阵发性或周期性的灼热、发红、刺痛、瘙痒及紧绷感, 伴有或不伴有持续性红斑或凸起皮损的炎症反应^[1]。调查显示, SS人群普遍存在皮肤屏障功能脆弱、炎症频发等问题, 当受到高温、紫外线、化妆品等多种外界因素刺激下, 其皮肤经皮水分流失率(TEWL)显著加剧, 继而导致营养物质加速流失、刺激物与过敏原渗透性增强、神经末梢保护不足及皮肤敏感性上升。长期持续可诱导皮肤细胞损伤、衰老进程加快及相关功能障碍, 同时伴随整体炎症水平的升高, 使SS人群陷入“屏障受损”与“慢性炎症”的正反馈循环, 让皮肤长期处于迁延性炎症状态, 干扰皮肤正常修复机制, 在微观层面上加重细胞的损伤, 从而进一步加速SS人群的皮肤衰老进程^[2-3]。

皮肤衰老是机体整体衰老最直观的外在表现, 是一个受多因素调控的复杂生物学过程。研究表明在多种影响因素下, 活性氧(ROS)与炎症因子同步升高, 伴随皮肤屏障蛋白表达下降, 常导致皮肤萎缩、真皮胶原含量减少以及胶原蛋白与弹性蛋白的降解等问题。这些变化不仅影响外貌美观, 更反映出皮肤结构与功能的衰退^[4]。尤其在18~50岁的SS人群中, 由于代谢活跃、生活压力较大、环境污染暴露多, 皮肤更易陷入“敏感加速老化, 老化伴

随敏感”的循环中, 进一步加剧皮肤状态的失衡^[5]。鲁楠等^[6]在中国女性面部皮肤特征随年龄变化的趋势研究中指出, 随着年龄的增长, 面部皮肤的皱纹、颜色、弹性和屏障功能均呈现渐进性下降趋势。其中衰老潜伏期(18~30岁)开始出现轻微皱纹, 衰老发生期(31~42岁)皱纹逐渐加深, 而快速衰老期(43~47岁), 面部状态出现显著变化, 表现为毛孔粗大、皱纹增加, 真皮层中弹力纤维和胶原纤维减少, 面部松弛加剧, 外观呈现明显衰老征象。基于SS人群因屏障功能障碍及伴随炎症反应而面临加速皮肤衰老的严峻现状, 笔者研发了一款SS适用的油包水(Water-in-Oil, W/O)抗衰老面霜, 并系统地开展了产品性能测试、刺激性评估及人体功效验证的多维评价。

1 实验仪器与材料

仪器: Skin-Glossymeter GL200皮肤光泽测试仪、MPA9型皮肤多功能测试仪、Cutometer皮肤弹性测试仪(德国 Courage Khazaka公司); DW-YL450医用低温箱(中科美菱低温科技股份有限公司); IKA-RW20digital搅拌机(广州市东和仪器科技有限公司); 数显恒温水浴锅 HH-4(常州澳华仪器有限公司); 雷磁 PHS-3EPH计(上海仪电科学仪器股份有限公司); NDJ-5S数显黏度计(邦西仪器科技(上海)有限公司); LRH-600A生化培养箱(广东

太宏君科学仪器股份有限公司)；IKA T25 digital ULTRA TURRAX均质机(广州市东和仪器科技有限公司)；WSZ-500A体视显微镜(广州微域光学仪器有限公司)；全自动孵化器(山东省德州市金泰孵化设备有限公司)；JJ1000型电子天平(常熟市双杰测试仪器厂)；BSA224S分析天平(德国赛多利斯集团)；MF52-N倒置荧光显微镜(广州市明美光电技术有限公司)；RT-6100酶标分析仪(深圳雷杜生命科学股份有限公司)。

试剂与材料：配方所需原料如表1、SPF鸡胚、无水乙醇、过氧化氢、人成纤维细胞、弹性蛋白酶(猪胰)、BR N-琥珀酰-L-丙氨酰-L-丙氨酰-L-丙氨酸98%、表没食子儿茶素没食子酸酯(EGCG, 98%)。

2 实验方法

2.1 样品配方设计及制备

《中国敏感性皮肤临床诊疗指南(2024版)》中认为治疗需要以控制或消除症状、预防复发、提高皮肤耐受性为目的,以加强健康教育,促进皮肤屏障修复、降低神经血管高反应性,减轻炎症反应为原则^[7]。

具体配方见表1,配方中原料名称为商品名,非标准中文名称(INCI)。

工艺步骤:采用W/O特殊灌装工艺进行制备;

(1)首先B₁均质3min分散均匀后加入B₂升温至85℃保温备用;

(2)将A₁-A₂各组分中的醇,先分散聚合物,混合在一起升温至85℃后停止加热保温,加入已各自分散溶解的A₃-A₆,混合均匀;

(3)将A相缓慢倒入B相,观察液面变化适当调整乳化速度,至完全乳化,均质3~4min,至料体细腻均匀;

(4)搅拌降温至78~80℃,加入C、D相,搅拌均匀,称重补水,均质3min至无颗粒物,料体温度维持75℃,料体有流动性,100目过滤出料灌装,静置降温。

2.2 基础理化测试

黏度测试:将制得的样品降温至25℃室温下,测试温度后用NDJ-5S数显黏度计测试黏度,选用4号转子,转速6 r/min,等待1 min读数。

稳定性测试:W/O稳定性测试需将样品分别放置在-15、5、40、45、48℃的恒温培养箱中,每周需恢复常温后观察样品性状,一周观察2次,为期45天,结束后常温放置3个月观察是否有变化。W/O耐热渗油率恢复室温

表1 W/O面霜配方表

相	商品名	添加比例 /%	使用目的
A ₁	水	10.38	溶剂
	甘油	2.00	保湿剂
	EDTA二钠	0.02	螯合剂
	可溶性胶原	0.10	皮肤调理剂
	依克多因	0.50	抗皱剂
A ₂	氯化钠	1.00	增稠剂
	1,3-丙二醇	3.00	保湿剂
A ₃	透明质酸钠	1.00	保湿剂
	1,3-丙二醇	1.00	保湿剂
	1,2-己二醇	0.70	保湿剂
	辛酰羟肟酸	0.05	螯合剂
A ₄	乙基己基甘油	0.05	保湿剂
	1,3-丙二醇	1.00	保湿剂
A ₅	乙基双亚氨基甲基愈创木酚锰氯化物	0.10	皮肤调理剂
	水	3.00	溶剂
	麦角硫因	1.50	抗皱剂
A ₆	甘草酸二钾	0.50	舒缓剂
	玻色因	35.00	抗皱剂
	ZPC-Anti-aging112S(版本号ZPC112A)	5.00	修护剂
	活醇植物双a因子肽	2.50	抗皱剂
	刺五加(ACANTHOPANAX SENTICOSUS)根提取物	3.00	舒缓剂
	雨生红球藻(HAEMATOCOCCUS PLUVIALIS)提取物	2.50	抗皱剂
	超氧化物歧化酶(SOD)	1.00	抗皱剂
	沉香(AQUILARIAE LIGNUM RESINATUM)提取物	1.00	皮肤调理剂
	芍药(PAEONIA ALBIFLORA)根提取物	1.00	抗皱剂
	木香(AUCKLANDIA LAPPA)提取物	0.50	舒缓剂
	两面针(ZANTHOXYLUM NITIDUM)提取物	0.50	舒缓剂
	北美金缕梅(HAMAMELIS VIRGINIANA)提取物	0.50	舒缓剂
	白池花(LIMNANTHES ALBA)籽油	5.00	润肤剂
	月桂基PEG-9聚二甲基硅氧乙基聚二甲基硅氧烷	2.00	乳化剂
B ₁	异十六烷	5.00	润肤剂
	合成蜡	2.50	增稠剂
B ₂	合成蜡	2.50	增稠剂
	淀粉辛烯基琥珀酸铝	2.00	皮肤调理剂
C	硅石	1.50	填充剂
	Timiron® Liquid Silver (Article Code: 117021)	1.00	着色剂
D	(日用)香精	0.10	芳香剂

后渗油率不应大于3%根据以下公式进行计算:

$$\text{渗油率} = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\%$$

式中： m ：试样质量（g）； m_1 ：24h后试样质量加培养皿质量（g）； m_2 ：小心揩去渗油部分后试样的质量加培养皿质量（g）。

2.3 刺激性测试

鸡胚绒毛尿囊膜（chick embryo chorioallantoic membrane，CAM）血管试验是一种用于评估受试样品眼刺激性的试验方法。该试验采用终点评价法，将定量的受试物直接与CAM接触，观察CAM毒性效应指标（如出血（hemorrhage）、凝血（coagulation）和血管融解（vessel lysis））的变化，计算终点评价（ES），结果保留小数点后两位^[8]。

2.4 实验室功效测试

2.4.1 保湿功效

实验室外称重法通过记录样品在24小时内的重量变化，计算出保湿率、吸湿率等指标，从而评估面霜的保湿功效。该方法操作便捷迅速，客观性和标准化程度高，定量结果明确^[9]。具体操作中，将试验样品与阳性对照（5%甘油）进行预处理，置于温度20℃、湿度40%的恒温恒湿设备中。24小时后，分别对样品和阳性对照进行称重，根据以下公式计算其24小时保湿率，并进行对比，保湿率数值越高，表明样品的保湿功效越强，由此可有效评估其保湿性能^[10-11]。

保湿率 = $\left(\frac{m_t - m_0}{m}\right) \times 100\%$

式中： m_t ：放置24 h的质量； m_0 ：空瓶质量； m ：样品质量。

2.4.2 抗皱功效

实验室以人成纤维细胞作为评价抗皱功效的细胞模型。该模型首先通过双氧水（H₂O₂）诱导细胞衰老，随后利用X-Gal（5-溴-4-氯-3-吡啶-β-D-半乳糖苷）作为底物进行β-半乳糖苷酶染色，在衰老细胞中，β-半乳糖苷酶可催化X-Gal反应生成深蓝色产物，通过比较样品组与阴性对照组细胞的染色程度，评价面霜的抗皱功效^[12-13]。为评估样品的安全性并确定实验浓度，将人成纤维细胞以一定密度接种于96孔板，培养24小时使其贴壁。随后，吸弃原培养基，更换为含有不同浓度试验样品的基础培养液，继续培养24小时。之后，每孔加入MTT溶液测定490 nm波长处的吸光度（OD_{490nm}），并通过t检验统计分析样品对细胞活性的影响。最后将细胞接种于6孔板，培养24小时后，每孔加入β-半乳糖苷酶固定液，室温固定15min，随后加入染色工作液，37℃孵育过夜。最后在普通光学显微镜下观察染蓝细胞，并使用Image-Pro Plus（IPP）图像分

析软件对染色结果进行定量分析。

2.4.3 紧致功效

弹性蛋白是维持皮肤弹性和紧致度的关键结构蛋白，为评估样品的紧致与抗皱功效，研究针对弹性蛋白酶进行了体外抑制实验^[14]。实验采用猪胰腺弹性蛋白酶，通过测定样品介入后，酶与底物反应体系的吸光度变化，根据以下公式计算其对酶活性抑制率。统计分析上，采用独立样本t检验（双尾α=0.05）比较试验组与阳/阴性对照组的抑制率。当24小时后试验组与对照组相比呈现显著性差异（P<0.05）时，即可在统计学上认定该样品具备显著的弹性蛋白酶抑制能力进而推断其具备紧致抗皱的生物学功效。

弹性蛋白抑制率 = $\left(1 - \frac{C-D}{A-B}\right) \times 100\%$

式中： A 为不含样品的反应溶液的吸光度； B 为不含样品和酶的反应溶液的吸光度； C 为含有样品和酶的反应溶液的吸光度； D 为含有样品和不含酶的反应溶液的吸光度。

2.5 实验室人体功效测试

本次功效实验依据《化妆品安全技术规范》（2015年版）中规定的人体功效评价检验方法，评价W/O抗衰老面霜的保湿、舒缓、抗皱紧致的功效。试验委托广州紫和堂幸和中医门诊部肖巍副主任中医师招募女性受试者，本次试验共选入80名研究对象，其中40名研究对象参与抗皱紧致功效测试，40名参与舒缓保湿功效测试，研究对象选择标准见表2。

表2 研究对象选择标准

入选标准		排除标准	
(1)	年龄在20 ~ 50周岁；	(1)	有严重皮肤过敏史者；
(2)	脸部肤质干性/敏感肌肤；	(2)	面部存在感染性或炎症性疾病者；
(3)	皮肤法令纹、木偶纹、嘴角、眉间细纹等明显皱纹，缺乏弹性，苹果肌下垂松弛明显；	(3)	眼周存在感染性或炎症性疾病者；
(4)	“鱼尾纹”上皱纹外观（目测）临床评分≥4分[根据亚洲老化皮肤图谱Skin Aging Atlas(Volume2 Asian Type)的41页7分制进行临床评分] ^[15] ；	(4)	使用期间不能按时复诊或自行外用其他含激素的药物者；
(5)	能很好配合试验者，在研究期间能保持生活的规律性；	(5)	近半年接受过任何面部美容使用者；
(6)	能够阅读和理解知情同意书的所有内容，并自愿签署知情同意书；	(6)	妊娠或哺乳期妇女；
(7)	试验期间停止使用皮肤护理产品，不再参与其他任何研究中心的临床试验，同意不使用任何对结果有影响的化妆品、药物和保健品。		

研究者参照亚洲老化皮肤图谱 [Skin Aging Atlas(Volume 2 Asian Type)] 的7分制对眼角皮肤细纹情况进行临床评分。具体评分如下:

- (1) 0分: 眼角皮肤光滑, 无细纹出现。
- (2) 1~2分: 眼角出现轻微细纹, 数量较少, 纹路较浅。
- (3) 3~4分: 细纹数量增多, 纹路加深, 但尚未形成明显皱纹。
- (4) 5~6分: 眼角出现明显皱纹, 纹路深且长, 可能伴随皮肤松弛。
- (5) 7分: 眼角皱纹非常严重, 数量多且深, 皮肤松弛明显, 严重影响美观。

评分时, 需仔细观察眼角皮肤的细纹情况, 根据细纹的严重程度和数量, 选择最符合的评分等级进行评定。

测试环境: 室内不通风, 无阳光直射, 室温 $22 \sim 24^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $45\% \sim 55\%$ 的皮肤专用皮肤功能测试室。受试者测试当天不使用任何面部外用药物及化妆品, 常规清洁面部, 在测试室中休息30min适应环境, 再进行测试。

产品使用方法: 本次试验选取受试者面颊及眼部周围肌肤为受试区, 采用自身前后对照, 早/晚洁面爽肤后, 取2g样品于掌心, 旋转至发热后均匀涂抹全脸, 轻柔按摩至吸收, 无需清洗。抗皱紧致功效测试连用28天, 保湿舒缓功效测试连用14天, 各使用一个周期, 试验期间不得更换或合用其它同类产品。研究者建议受试者改变生活方式和行为方式, 如保证充足睡眠, 戒烟戒酒, 忌食辛辣、生冷、油腻食物, 避免粉尘刺激和剧烈运动, 防止烈日下暴晒。

2.5.1 保湿舒缓人体功效测试方法

研究者以14天为实验周期, 分别于使用前(0天)、使用后(第14天), 采用MPA9型皮肤多功能测试仪对受试者面部皮肤的经表皮失水率(trans epidermal water loss, TEWL)、角质层含水量、皮脂量进行测量。研究者按仪器操作规定对受试者同一检测部位的3项指标均测试3次, 中间间隔5分钟左右, 取平均值为此测定结果。

受试者自我评价: 采取问卷调查方式, 让受试者对测试部位的皮肤状况作自我评估。1分为不满意, 2分为较不满意, 3分为一般, 4分为满意, 5分为完全满意, 统计分数>3分的为有效人数, 根据以下公式计算可得:

$$\text{满意度} = (\text{有效人数} / \text{有效数据}) \times 100\%$$

2.5.2 抗皱紧致人体功效测试方法

研究者以28天为实验周期, 分别于使用前(0天)使用后(第14、28天)为采样点, 使用Skin-Glossymeter GL200皮肤光泽测试仪测量受试者面部皮肤的光泽, Cutometer皮肤弹性测试仪测量受试者皮肤弹性。皮肤弹性测试仪测量随机一侧眼角, 连续测量3次, 取平均值。选用参数 $R2$, $R2=U_a/U_t$, U_a 为从取消负压到下一次连续测试皮肤表面再加负压时皮肤的总回弹量, U_t 为有负压时的皮肤最大拉伸量, $R2$ 值越接近1, 表征皮肤弹性越好。

乳酸刺痛(Lactic acid sting tes, LAST)值评分: 受试者对面部进行清洁并用无屑纸擦干, 在皮肤功能测试室中休息30min适应环境后进行测试, 将50μL的10%的乳酸水溶液涂抹在鼻唇沟任意一侧脸颊, 分别在0.5、2.5和5min时由受试者评估测试部位瘙痒、刺痛、灼痛的不适程度。按4分法进行评分(0分无感觉, 1分为轻度, 2分为中度, 3分为重度), 0.5、2.5和5min刺痛感累计大于等于3分为乳酸刺痛阳性。

受试者自我评价: 以问卷形式收集受试者在使用样品(第14、28天)时, 对其皮肤状态的评分。评价指标包括细小皱纹皮肤干燥度、光泽度、细腻度、暗黄度、紧实度、弹性等。每个参数依据其主观感受按0分(差)至9分(好)来进行评估, 通过使用样品前后各指标的差值来评判其改善程度, 评估标准具体如下:

- I: 无改善(差值 ≤ 0 分);
- II: 轻度改善($0 < \text{差值} \leq 1$ 分);
- III: 中度改善($1 < \text{差值} \leq 2$ 分);
- IV: 明显改善($2 < \text{差值} \leq 3$ 分);
- V: 显著改善(差值 > 3 分)。

3 实验结果

3.1 产品基础理化性能研究结果

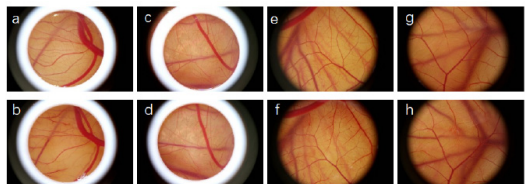
W/O面霜外观性状为哑光乳白色细腻膏体(图1), 按压触感表层有硬壳, 内里质地柔软, 黏度测试大于 $100000\text{mPa}\cdot\text{s}$ 。W/O面霜样品结构稳定, 稳定性在 -15 、 5 、 40 、 45 、 48°C 的恒温箱中放置45天, 高、低温均未出现出油、分层等现象, 高温仅香精气味微微减淡, 外观未出现变化。



图1 膏体外观

3.2 产品刺激性研究结果

CAM血管实验采用终点评价法，阴性对照（0.9%生理盐水）ES=0.00，表示样品为无刺激性；阳性对照（1%SDS）ES=18.00，表示样品为强刺激性/腐蚀性；结果显示（图2），油包水抗衰面霜 ES=3.33，表示此样品评价为无刺激性，满足温和化妆品的安全性要求，为后续进行人体功效试验提供了一定的安全基础保障。



注：a、b为阳性对照（1%SDS）；c、d为阴性对照（0.9%生理盐水）；e、f、g、h两组为样品对照。

图2 CAM血管实验结果

3.3 产品实验室功效测试结果

3.3.1 实验室保湿功效评价

实验室保湿功效测试表明在24小时测试周期内，通过对试验样品与阳性对照 24h保湿率进行对比，样品的保湿率显著高于阳性对照（图3），这证实了其具备优异的保湿功效（表3）。

表3 试验样品24h保湿率实验结果

名称	24h保湿率/%
样品组	62.094 ± 0.188
阳性对照	10.465 ± 0.859

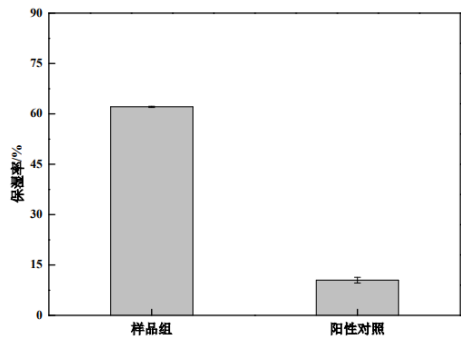
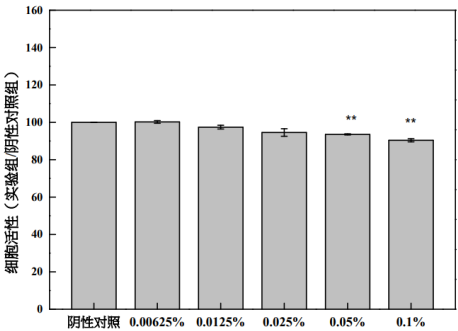


图1 试验结果图

图3 试验样品与阳性对照24h保湿率对比图

3.3.2 实验室抗皱功效评价

由图4可知，试验样品浓度为0.05 %和0.1 %时，人成纤维细胞活性 >90 %；



注：*表示试验样品在该浓度作用下与阴性对照对比有显著性差异，* $P < 0.05$ ；** $P < 0.01$ ；*** $P < 0.001$ ；**** $P < 0.0001$ 。

图4 不同浓度试验样品对人成纤维细胞活性的影响

按照实验室方法，阴性对照组的人成纤维细胞 β -半乳糖苷酶染色中蓝色区域较多（图5）；样品浓度在0.05 %和0.1 %时，细胞活性较高，其人成纤维细胞 β -半乳糖苷酶染色中蓝色区域较少，占比分别为5.37 %和4.51 %（表4），相对于阴性对照其蓝色区域面积分别减少了7.83 %和22.64 %，与阴性对照相比有显著性差异（ $P < 0.01$ ），表明样品有一定的抗皱功效（表5）。

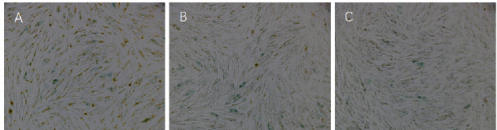
表4 人成纤维细胞 β -半乳糖苷酶染色程度

名称	染色程度/%
样品组（0.05%）	5.37
样品组（0.1%）	4.51
阴性性对照	5.83

表5 人成纤维细胞 β -半乳糖苷酶样品染色分析

名称	改善率/% [（阴性对照 - 样品）/ 阴性对照 × 100%]	差异性分析（样品与阴性对照对比）
样品组（0.05%）	7.83 ± 1.36	有显著差异
样品组（0.1%）	22.64 ± 1.93	有显著差异

注：显著性 P 值 < 0.050 ，说明样品与阴性对照对比，有显著性差异；显著性 P 值 ≥ 0.050 ，说明样品与阴性对照对比，无显著性差异。



注：A为阴性对照组；B、C为样品组浓度分别为0.05%和0.1%。

图5 人成纤维细胞 β -半乳糖苷酶染色结果图

3.3.3 实验室紧致功效评价

实验室测试结果表明（表6）：阳性对照弹性蛋白酶抑制率 > 50 %，证实该反应体系有效，在1 %的浓度下，样品对弹性蛋白酶抑制率为 7.927 %，与阴性对照相比具有显著性差异（ $P < 0.05$ ），表明该样品具有紧致、抗皱功效。

表6弹性蛋白酶抑制率实验结果汇总

名称	实验结果 /%	P值
样品组	7.927 ± 1.423	< 0.05
阴性对照	3.695 ± 1.031	/
阳性对照	87.072 ± 2.645	< 0.05

注：弹性蛋白酶抑制率保留三位小数， $P < 0.05$ ，表示样品和阳性对照与阴性对照相比有显著性差异。

3.4 产品人体功效测试结果

舒缓保湿人体功效40名受试者[年龄（30.32 ± 3.61）岁]与抗皱紧致人体功效40名受试者[年龄（35.18 ± 4.12）岁]均按照方案完成试验，试验期间未见不良反应出现，整个研究期间依从性好，研究过程无脱落。

3.4.1 保湿舒缓人体功效评价

根据舒缓保湿人体功效试验结果显示，40名受试者经过14天的使用与观察，受试样品在舒缓、保湿方面表现出显著功效。如表7所示，与使用前相比，受试者使用14天后角质层含水量显著升高（ $P < 0.01$ ），TEWL和皮脂量均显著下降，表明该产品对面部皮肤能有效提升皮肤水合程度、减少水分流失并调节皮脂分泌。在主观评价方面，如表8所示，受试者使用14天后自我报告显示，干燥、脱屑、干痒及紧绷感等症状均得到显著改善，综合主客观结果可认为该产品通过增强皮肤屏障功能与维持水合状态，有效缓解了因屏障功能障碍引发的临床炎症症状与主观不适，进一步证实其具有显著舒缓、保湿功效。

表7 受试者使用前后皮肤屏障功能检测指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ， $n=40$ ）

	TEWL/[g/（h·m²）]	角质层含水量/U	皮脂量/U
使用前	38.25 ± 5.35	22.32 ± 4.37	30.52 ± 4.23
使用后	12.23 ± 3.14**	47.73 ± 2.15**	16.23 ± 1.32**

注：与使用前比较，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

表8 受试者14天自评各项指标改善率（ $n=40$ ）

评价	干燥脱屑改善 /%	干痒紧绷感改善 /%
轻度改善	5.00	5.00
中度改善	10.00	15.00
明显改善	85.00	80.00

3.4.2 抗皱紧致人体功效评价

根据28天的抗皱紧致人体功效试验结果，40名受试者使用样品后，面部皮肤多项指标呈现显著改善。如表9所示，眼角皮肤弹性、光泽度提升；皮肤乳酸刺痛试验结果表明（表11），皮肤对外界刺激的耐受能力明显增强。连续使用28天后，受试者在皮肤紧致度、平滑度及细纹皱纹改善方面均取得显著效果（表10）。试验过程中所有受试者主观评价均未出现刺激反应或不良反应（表12），表明产品安全性良好，受试者依从性高。图6进一步直观呈现了面部红血丝与细纹减淡、肤色更加均匀的改善效果。综

合全部试验数据，该样品在面部皮肤抗皱、修护与紧致方面的功效宣称均获得有效验证。

表9 受试者使用前后皮肤生理功能检测指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ， $n=40$ ）

检测指标	使用前	使用后14天	使用后28天
皮肤光泽度	4.02 ± 2.34	5.94 ± 1.43	6.85 ± 1.74**
眼角皮肤弹性R2值	0.316 ± 0.012	0.527 ± 0.015**	0.602 ± 0.014**

注：与使用前比较，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

表10 受试者使用前后皮肤皱纹临床评估结果比较（ $\bar{x} \pm s$ ， $n=40$ ）

检测指标	使用前	使用后14天	使用28天
皮肤皱纹	5.6 ± 0.4	4.2 ± 0.2**	2.4 ± 0.5**

注：与使用前比较，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。

表11 受试者使用前后皮肤乳酸刺痛评分值比较（ $\bar{x} \pm s$ ， $n=40$ ）

检测指标	使用前	使用后14天	使用28天
皮肤乳酸刺痛	6.83 ± 0.83	3.22 ± 0.21**	2.6 ± 0.16**

注：与使用前比较，* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ 。



图6 典型受试者28天使用前后对比

表12 受试者主观评价统计结果（ $n=40$ ）

评价指标	使用14天后					使用28天后				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
认同干燥度改善	0	1	1	35	3	0	0	0	37	3
认同光泽度改善	0	1	5	33	1	0	0	1	37	2
认同暗黄度改善	0	3	4	32	1	0	1	1	35	3
认同紧实度改善	0	5	6	28	1	0	0	1	38	1
认同弹性改善	0	3	4	30	3	0	0	2	36	2
认同细小皱纹改善	0	3	5	30	2	0	1	1	37	1

4 结论与展望

皮肤老化是皮肤功能衰老的状态，可分为内源性老化和外源性老化，具体包括表皮屏障受损、角质形成细胞凋亡、黑素细胞功能紊乱、成纤维细胞分泌与增殖能力下降，以及真皮胶原纤维和弹力纤维变性、肌肉运动异常及

自噬功能障碍等问题。研究表明,SS人群的衰老问题涉及皮肤屏障、免疫系统、细胞衰老、氧化应激及环境因素等多个方面,其中细胞衰老引发的炎症反应及相关疾病是加速SS老化的重要诱因之一^[16]。根据敏感性皮肤(SS)人群因皮肤屏障受损及炎症反复发作而加速衰老的病理特征,及其在抗衰老领域的特殊需求,本研究旨在开发一款采用油包水(W/O)乳化技术的抗衰老面霜。

配方选用油包水(Water-in-Oil, W/O)乳化体系作为技术载体,能承载大量脂溶性活性成分,提高其经皮吸收效率,同时,由于微生物难以在油相中生长,可显著降低防腐剂用量;水相活性成分以微细液滴形式均匀分散于连续油相中,不仅增强保湿能力与滋润持久度,还能延缓亲水型活性物(表1, A相)的释放,减少其氧化或降解,从而延长作用时间、提升效果,并提高成分稳定性与渗透效率,降低对敏感肌的刺激风险^[17-18];研究进一步显示,通过调整乳液结构(如采用多层乳液或Pickering乳液),可构建物理化学屏障,减少自由基和金属离子的接触,显著增强产品的抗氧化能力与理化稳定性^[19];并根据特殊质地的需求,适当调节水/油比例,结合特殊灌装工艺,形成具有封养式肤感的薄膜,进一步赋予产品物理防腐性能,减少微生物污染,延长保质期。最终研制出一款呈现厚乳酪质地、哑光丝绒感的W/O抗衰老面霜,具备促进屏障修复、修饰毛孔以及延缓衰老的功效。经实验室测试及40名受试者连续28天的人体试验,结果显示受试者对该产品在改善皮肤衰老方面的效果给予高度认可,证实其能够切实满足SS人群的特殊护理需求。

随着我国人口结构趋于老龄化,SS人群对抗衰老产品的需求日益突出。未来,“敏肌抗老”领域的产品开发应更加聚焦于配方工艺创新,重点发展温和高效的活性成分包裹技术,在确保成分稳定与高效渗透的同时,兼具卓越安全性,最大限度降低对敏感肌的刺激。衡美肤的品牌实践表明,唯有坚持科学循证、技术创新与规范发展并重,方能在激烈市场竞争中建立持续优势,推动中国化妆品行业实现高质量发展。本研究开发的面霜产品已成功完成国产普通化妆品备案(备案号:粤G妆网备字2025012327)。在此基础上,团队逐步推动建立针对敏感性皮肤(SS)人群的抗衰老行业权威数据库,以期为该领域的长期科学化、规范化发展提供数据支撑与理论依据,同时亦期望为敏感肌肤适用的抗衰老产品研发提供参考与启示,为消费者带来更安全、有效的多样化选择。

参考文献

- [1]何黎,郑捷,马慧群,等.中国敏感性皮肤诊治专家共识[J].中国皮肤性病学杂志,2017,31(1):1-4.
- [2]MESSARA C, DREVET J, JAMESON D, et al. Can performance and gentleness be reconciled? A skin care approach for sensitive skin[J]. Cosmetics, 2022, 9(2): 34.
- [3]FARAGE M A. Sensitive skin in the genital area[J]. Frontiers in Medicine, 2019, 6: 96.
- [4]王凯捷. Livin调控角质形成细胞活化并参与皮肤急性光损伤炎症反应的作用及机制研究[D].南昌:南昌大学医学部,2024.
- [5]赵永东.加味丹栀逍遥散治疗肝郁化热型面部敏感性皮肤及焦虑抑郁状态的影响[D].昆明:云南中医药大学,2023.
- [6]鲁楠,黄韬,宋姣,等.中国女性面部皮肤随年龄变化规律的研究进展[J].组织工程与重建外科,2025,21(2):205-210.
- [7]何黎.中国敏感性皮肤临床诊疗指南(2024版)[J].中国皮肤性病学杂志,2024,38(5):473-481.
- [8]黄思舒,陈汉坤,林颖,等.一款油痘肌适用的高保湿控油面霜性能研究[J].CDCST,2025,2(3):155-159.
- [9]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.
- [10]谭曜,朱杰,张宁.体外称重法测定自制蜂王幼虫美白,抗衰老防皱面霜保湿性能[J].广东化工,2019,46(24):94-95.
- [11]赵宇,茹莉莹,曲成龙,等.化妆品中保湿剂性能分析及含量测定[J].牡丹江师范学院学报(自然科学版),2020(2):49-52.
- [12]王培宇.南瓜籽多肽制备及其抗皱老作用研究[D].无锡:江南大学,2020.
- [13]周茂强,况杰,胡翰林,等.欧亚旋覆花总黄酮对衰老老人皮肤人成纤维细胞lncRNA TERRA的影响及其机制[J].解放军医学杂志,2020,45(11):1115-1122.
- [14]叶心,王力,姜超,等.升华法纯化茶叶咖啡碱及其对胶原酶和弹性蛋白酶的抑制作用研究[J].食品与发酵工业,2021,47(10):43-49.
- [15]裘惠霞,龙晓慧,Alice Laurent,等.评估皮肤衰老临床工具介绍——《皮肤老化图谱(亚洲人)》[J].临床皮肤科杂志,2010,39(7):467-468.
- [16]FRANCESCHI C, BONAFÈ M, VALENSIN S, et al. Inflamm-aging: an evolutionary perspective on immunosenescence[J]. Annals of the New York Academy of Sciences, 2000, 908: 244-254.
- [17]魏玉磊,成策,彭思弦,等.载表没食子儿茶素没食子酸酯囊壳结构油包水高内相乳液的构建及其对结肠炎影响研究[J].食品与发酵工业,2025,51(9):213-220.
- [18]张甜甜.负载益生菌的油包水型双凝胶的构建及在涂抹酱中的应用探究[D].广州:华南理工大学,2024.
- [19]蒋伟杰,蒋航.基于生物颗粒的油包水(W/O)型Pickering乳液[J].日用化学工业(中英文),2025,55(2):142-153.

Formulation and Assessment of a Water-in-Oil Anti-Aging Cream for Sensitive Skin

Huang Si-shu¹, Chen Han-kun¹, Zhu Wei²

(1.Guangzhou Qinlan Biological Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000,China;

2.Second Affiliated Hospital, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou, Guangdong 510000,China)

Abstract : In response to the pathological characteristics of sensitive skin—including a compromised skin barrier, susceptibility to inflammation, and accelerated aging—an antiaging cream based on a waterin oil (W/O) emulsion system was developed. Its key feature lies in the synergistic action of occlusive repair and targeted antiaging, which addresses the intolerance of sensitive skin to conventional antiaging products. The product presents as a matte, ivorywhite cream with qualified stability. HET-CAM assay confirmed its non-irritating properties. Human efficacy evaluations demonstrated significant soothing ($P < 0.01$) and antiaging ($P < 0.01$) effects. The cream effectively improved the aged state of sensitive skin, thereby providing a scientific reference for the subsequent development of antiaging products specifically designed for sensitive skin.

Keywords : sensitive skin; anti-aging; inflammation; cream

