大分子防晒剂对防晒产品温和度的影响

杨玉兰[1]，陆锦平[1]，杨　洁[1]，郭俊斌[2]，亓丰伟[1]
（1.山东花物堂生物科技有限公司，山东　济南　250101；2.广州润泽检测技术有限公司，广东　广州　510000）

摘　要：探讨大分子防晒剂对防晒产品温和度的影响。通过鸡胚绒毛尿囊膜血管、斑贴和皮肤光毒性的实验，对比了常规以小分子防晒剂为主搭建的防晒产品、以大分子防晒剂为主搭建的防晒产品和以大分子防晒剂为主搭配舒缓活性物搭建的防晒产品温和度。结果表明，相较于常规小分子体系，以大分子防晒剂为核心的配方能降低皮肤刺激性反应，并在HET-CAM实验中表现出更轻微的眼部刺激特性。复配天然舒缓活性物可进一步缓解由紫外线或配方成分可能引发的皮肤不适与炎症反应，协同增强产品整体的温和度与安全性。

关键词：大分子防晒剂；防晒产品；温和度
中图分类号：TQ658　　文献标识码：A　　文章编号：1006-7264 (2026) 02-050-07
DOI：10.3969/j.issn.1006-7264.2026.02.010

长期暴露紫外线会使皮肤晒伤、加速老化，甚至诱发皮肤癌等[1]。防晒剂能够吸收紫外线能量，保护人体皮肤免受紫外线伤害。化学防晒吸收剂存在稳定性较差和对皮肤渗透性较强的特点，对皮肤有一定的刺激性，特别是人体眼周皮肤[2]。随着市场验证，不少曾经效果显著的经典防晒剂逐渐被淘汰[3]。

相关文献显示，致敏原物质分子量基本都在500 Da以下，正常皮肤吸收能力随分子量增加而下降[4]。由此推测，分子量大于500 Da的防晒剂不易渗透，能够在一定程度上降低对皮肤的刺激性，可有效停留于皮肤表层，形成致密的防晒膜，实现防护皮肤且不伤害皮肤的功效[5,6]。大分子防晒剂具有更优的温和度与光稳定性，不易降解，能通过逆反应有效延长防晒时长[7]。其物理状态一般为固体，需借助足够油脂溶解，以确保充分溶解[8,9]。

针对皮肤和眼刺激的温和度测试，选择2个已通过人体SPF50+测试、分别以常规小分子防晒剂和大分子防晒剂为主的基础配方进行鸡胚绒毛尿囊膜血管实验、斑贴实验和皮肤光毒性实验的验证[10,11]，旨在对常规小分子防晒剂为主、大分子防晒剂为主以及配方是否添加天然活性成分产品之间的温和度进行对比，深入探究它们在皮肤和眼睛刺激性方面的差异，进而筛选出对皮肤和眼睛更为温和、安全性更高的防晒方案。文章中大小分子量防晒剂的分子量界限为500 Da。精选的天然来源活性组合物由铁皮石斛（DENDROBIUM OFFICINALE）茎提取物、羧甲基脱乙酰壳多糖和贻贝提取物组合而成。铁皮石斛茎提取物富含多种生物活性成分，具备强大的抗氧化能力，同时具有保湿、舒缓肌肤的功效。它对紫外线引起的皮肤光损伤有着显著的修复作用，并且与其他天然活性物质存在协同增效作用[12]。低分子量的羧甲基脱乙酰壳多糖具有促进皮肤伤口愈合、修复肌肤、抗炎以及促进皮肤细胞增殖和再生的能力。贻贝提取

收稿日期：2025-01-21
第一作者简介：杨玉兰（1992-），女，广东人，E-mail：1034789294@qq.com。

中国知网　https://www.cnki.net

物源自海洋贝类的黏蛋白，近年来在医美、光电项目中被广泛应用于皮肤修复与抗炎领域，在皮肤损伤修复的止血、炎症、增殖、重塑这4个阶段均发挥着重要作用[13]。

皮肤刺激和眼部刺激都属于局部毒性反应，但它们的作用机制因其解剖结构和生理功能的巨大差异而存在显著不同。刺激性强的化妆品易破坏眼周皮肤屏障，引发熏眼睛、敏感等不良反应，长期反复使用还会产生累积刺激效应，降低眼周皮肤对外界环境的耐受性[14]。化妆品对眼周温和度的影响至关重要，相关文献显示，鸡胚绒毛尿囊膜血管实验可用于评价化妆品配方的眼刺激性。对不同类型的化妆品配方进行眼刺激性评价，并与家兔法对比。结果显示，20批次的化妆品配方鸡胚绒毛尿囊膜血管实验结果与家兔法的一致率为85%，所建立的标准可用于化妆品配方眼刺激性评价，鸡胚尿囊膜模型在化妆品毒性和功效评估中得以应用[15]。因而，鸡胚绒毛尿囊血管实验结果在一定程度上能够反应化妆品对眼睛的刺激性。本文皮肤刺激主要由斑贴实验及皮肤光毒性来体现，而人体眼刺激可以用鸡胚绒毛尿囊膜血管实验来验证。

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

去离子水，实验室自制；黄原胶（Xanthan Gum），Jungbunzlauer Austria AG；聚乙二醇-8（PEG 400），陶氏化学（上海）有限公司产；丙烯酸（酯）类/C10-30 烷醇丙烯酸酯交联聚合物（TR-1 Polymer），Lubrizol Advanced Materials，Inc.；甲氧基肉桂酸乙基己酯（HYSHELL EHMC），宜都市华阳化工有限责任公司；对苯二亚甲基二樟脑磺酸盐类（TDSA），国药国际医药科技（北京）有限公司；二乙氨羟苯甲酰基苯甲酸己酯（HYSHELL A+），宜都市华阳化工有限责任公司；C12-15醇苯甲酸酯（Cetiol® AB），巴斯夫（中国）有限公司产；MONTANOV 202为花生醇、山嵛醇、花生醇葡糖苷，SEPPIC S.A.；A 165为甘油硬脂酸酯、PEG-100硬脂酸酯，巴斯夫（中国）有限公司；乙基己基三嗪酮（HYSHELL T150），宜都市华阳化工有限责任公司；双-乙基己氧苯酚甲氧苯基三嗪（HYSHELL SORB-S），宜都市华阳化工有限责任公司；1,2-己二醇（AscendPro HG WXSS），南京盛德创赢生物科技有限公司；对羟基苯乙酮（AscendPro HP WXSS），南京盛德创赢生物科技有限公司；丁二醇（1,3-Butylene Glycol），DAICEL CORPORATION；苯基苯并咪唑磺酸（HYSHELL PBSA），宜都市华阳化工有限责任公司；氢氧化钠，西陇科学股份有限公司产；Tinosorb® M为亚甲基双-苯并三唑基四甲基丁基酚、癸基葡糖苷、丙二醇、黄原胶、水，巴斯夫（中国）有限公司；聚硅氧烷-15（PARSOL SLX），DSM Nutritional Products Ltd.；Tinosorb® S Lite Aqua为双-乙基己氧苯酚甲氧苯基三嗪、丙烯酸（酯）类/C12-22 烷醇甲基丙烯酸酯共聚物、精氨酸、椰油基葡糖苷、月桂醇磺基琥珀酸酯二钠、水，巴斯夫（中国）有限公司；水解透明质酸钠（800 Da），东莞巨微新材料科技有限公司；超低分子石斛精粹为水、甘油、1,2-戊二醇、1,2-己二醇、铁皮石斛（DENDROBIUM OFFICINALE）茎提取物，东莞巨微新材料科技有限公司；MHA Micro为羧甲基脱乙酰壳多糖、1,2-戊二醇、己二醇、EDTA二钠、水，上海春露生物化学有限公司；Chinebay E05C为水、甘油、贻贝提取物、对羟基苯乙酮、1,2-己二醇、柠檬酸，广州京粤新材料有限公司。8-甲氧基补骨脂，批号：20200430，国药集团化学试剂有限公司。普通级Dunkin Hartley豚鼠，北京金牧阳实验动物养殖有限责任公司，许可证号：SCXK（京）2020-0003，质量合格证号：110333231100121947，阳性对照动物质量合格证号：110333231100082545。动物饲料，科澳协力（天津）饲料有限公司，许可证号：SCXK（津）2020-0004，质量合格证号：230101358。SPF 级白来航鸡，新兴大华农禽蛋有限公司。斑试器、外用低致敏胶带。HOPE-MED8130B 型皮肤光毒实验检测仪，天津合普公司，配备光源。

1.2 基础配方

研究假设与解决方案：采用大分子量防晒剂并复配舒缓天然活性物，是构建低刺激性高倍防晒配方的有效策略。理论依据：大分子防晒剂因其分子体积大，不易经皮肤渗透，可从源头上降低接触性刺激与系统性安全风险。

天然活性物的添加可进一步中和或缓解潜在的炎症反应，提升配方的整体舒缓效果。为验证此假设，本研究设计并对比了3种SPF50+防晒配方（表1）。

配方A（对照组）：以常规小分子防晒剂为核心的传统配方；配方B（实验组1）：以大分子防晒剂为主构建的基础温和配方；配方C（实验组2）：在配方B的基础上，添加特定天然活性物的增强舒缓配方。

中国知网 https://www.cnki.net

表1 防晒乳基础配方

Tab.1 Basic formulation of sunscreen products

原料	作用	w/%		
		配方A	配方B	配方C
去离子水	溶剂	至100	至100	至100
Xanthan Gum	增稠剂	0.01~0.2	0.1	0.1
PEG 400	溶剂	3~10	3~10	3~10
TR-1 Polymer	增稠剂	0.05~0.5	0.05~0.5	0.05~0.5
HYSHELL EHMC	防晒剂	5~10	/	/
TDSA	防晒剂	/	0.3~5	0.3~5
HYSHELL A+	防晒剂	1~5	/	/
Cetiol® AB	润肤剂	1~5	1~15	1~15
MONTANOV 202	乳化剂	1~5	1-5	1-5
A 165	乳化剂	0.1~1	0.1~1	0.1~1
HYSHELL T150	防晒剂	0.2~3	0.2~3	0.2~3
HYSHELL SORB-S	防晒剂	0.3~2	0.3~5	0.3~5
AscendPro HG WXSS	保湿剂	0.5	0.5	0.5
AscendPro HP WXSS	抗氧化剂	0.5	0.5	0.5
1,3-Butylene Glycol	保湿剂	1	1	1
HYSHELL PBSA	防晒剂	2~5	/	/
NaOH	中和剂	调节pH至7~8	调节pH至7~8	调节pH至7~8
Tinosorb® M	防晒剂	1~10	1~10	1~10
PARSOL SLX	防晒剂	/	0.05~3	0.05~3
Tinosorb® S Lite Aqua	防晒剂	/	1~7	1~7
800 Da	保湿剂	/	/	0.001~0.2
超低分子石斛精粹	皮肤调理剂	/	/	0.001~2
MHA Micro	皮肤调理剂	/	/	0.001~2
Chinebay E05C	皮肤调理剂	/	/	0.001~2

大分子防晒剂：乙基己基三嗪酮，分子量823；亚甲基双-苯并三唑基四甲基丁基酚，分子量659；双-乙基己氧苯酚甲氧苯基三嗪，分子量629；对苯二亚甲基二樟脑磺酸，分子量562；聚硅氧烷-15，分子量大于5 000。

1.3 实验方法

1.3.1 斑贴实验

受试物：化妆品终产品，阴性对照：空白对照。受试者：纳入人体斑贴实验共35例，其中脱落/无效0例，实际35例受试者完成实验，其中男性6人，女性29人，年龄23~56岁，平均年龄（35.83±10.57）岁。

按《化妆品安全技术规范》（2015）第7章人体安全性检验方法2人体皮肤斑贴实验，验证样品对皮肤的刺激能力，皮肤封闭型斑贴实验皮肤反应分级标准记录结果（表2）。

方法：选用合格的斑试器材，以封闭性斑贴实验方法，将受试物约0.020~0.025 mL（液体）置于斑试器内，外用低致敏胶带贴敷于受试者前臂曲侧，24 h后去除受试物，分别于去除后0.5、24、48 h观察皮肤反应。

表2 皮肤封闭型斑贴实验皮肤反应分级标准

Tab.2 Grading criteria for skin reactions in the closed patch test

反应程度	评分等级	皮肤反应
-	0	阴性反应
±	1	可疑反应，仅有微弱红斑
+	2	弱阳性反应（红斑反应）：红斑、浸润、水肿、可有丘疹
++	3	强阳性反应（疱疹反应）：红斑、浸润、水肿、丘疹、疱疹；反应可超出受试区
+++	4	极强阳性反应（融合性疱疹反应）：明显红斑、严重浸润、水肿、融合性疱疹；反应超出受试区

1.3.2 皮肤光毒性实验

受试物：乳白色至微黄色乳液，原样品用于实验。

阳性物：8-甲氧基补骨脂，溶剂：80%的乙醇，浓度0.1%。

实验动物和饲养环境：实验动物：普通级Dunkin Hartley豚鼠，每组6只，雌雄各半，250~343 g。动物于普通环境动物房适应3天，完成动物检疫，确认动物健康后开展实验。

饲养环境：动物房温度为20~26 ℃，相对湿度为40%~70%，光照12 h明暗交替，饮水为自来水。

按照《化妆品安全技术规范》2015年版第6章毒理学实验方法7皮肤光毒性实验，验证样品光毒性。

实验前24 h，将动物脊柱两侧去毛，选择4块皮肤完好区域，每块去毛面积约为2×2 cm，左侧为1、3区，右侧为2、4区。将动物固定，在1、2区涂敷0.2 mL受试物，3、4区不涂受试物。30 min后，左侧用铝箔覆盖，胶带固定，右侧用UVA进行照射，UVA为365 nm，照射剂量为10 J/cm^2，照射时间为27 min。

1.3.3 化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜实验

根据中华人民共和国出入境检验检疫行业标准发布的

中国知网 https://www.cnki.net

化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜实验标准进行实验，考察样品刺激能力。受试物：样品原样，阴性对照：0.9%生理盐水；阳性对照：0.1 mol/L NaOH 溶液，鸡胚：SPF级白来航鸡。

CAM制备：购买 0天龄鸡胚，孵化至9天龄时，检查并弃去缺陷鸡胚。在正常鸡胚蛋壳表面标记气室位置，剥去蛋壳部分，暴露白色蛋膜；小心用镊子去除内膜，确保血管膜不受损。

终点评分法：每组至少6只鸡胚，取受试物0.3 mL直接滴加于CAM表面，观察CAM反应情况，作用3 min 后，用生理盐水轻轻冲洗去除受试物，并在冲洗后约30 s内观察出血、凝血和血管融解3种反应及程度。阳性对照和阴性对照采用终点评分法操作。

2 结果与讨论

2.1 斑贴实验及皮肤光毒性

根据实验结果（表3），3种配方产生皮肤的1级不良反应，没有产生2、3和4级不良反应。配方A在35例受试者中，在0.5 h发生1级不良反应3例，在24 h后1级不良反应1例；配方B在35例受试者中在0.5 h发生1级不良反应1例，配方C在35例受试者中在0.5，24和48 h均无不良反应。

配方A是以小分子防晒剂为主构建的防晒组合物，斑贴实验中，35例受试者在0.5 h出现1级不良反应3例，24 h后出现1级不良反应1例，配方B是以大分子防晒剂为主搭建的防晒组合物，斑贴实验里，35例受试者在0.5 h出现1级不良反应1例，配方C是以大分子防晒剂加上精选天然来源活性的组合物，35例受试者在斑贴实验中 0 例不良反应。

表3　斑贴实验结果

Tab.3　Patch test results

组别	受试人数	观察时间/h	斑贴实验不同皮肤反应人数		
			配方A	配方B	配方C
受试物	35	0.5	3	1	0
		24	1	0	0
		48	0	0	0
对照	35	0.5	0	0	0
		24	0	0	0
		48	0	0	0

表4中1、2、3、4为《化妆品安全技术规范》（2015年）第6章7皮肤光毒性实验图1所示实验区。由光毒性实验结果可知，配方A、B、C受试物未见皮肤光毒性。从斑贴实验和皮肤光毒性实验可推测，配方皮肤温和度排序：配方C＞配方B＞配方A。

表4　受试物对豚鼠皮肤光毒性

Tab.4　Phototoxicity of the test substance on guinea pig skin

测试项目	编号	性别	质量/g	皮肤反应积分															
				1 h				24 h				48 h				72 h			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
阳性对照	1	雌	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	雌	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	雌	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	雄	268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	雄	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	雄	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
配方A	1	雌	269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	雌	261	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	雌	256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	雄	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	雄	264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	雄	269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
配方B	1	雌	326	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	雌	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	雌	319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	雄	333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	雄	321	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	雄	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
配方C	1	雌	343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	雌	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	雌	289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	雄	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	雄	287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	雄	306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

中国知网 https://www.cnki.net

2.3 鸡胚绒毛尿囊膜血管实验与眼刺激性

终点评分法评价见表5。配方A、B、C鸡胚绒毛尿囊膜血管实验结果见表6、7、8，表中图的比例尺均为200 μm。根据测试样品选择终点评分法评定配方A、B、C的刺激程度评分见表9。

表5 终点评分法结果评价

Tab.5 Evaluation of final scoring results

终点评分ES	刺激性分类
ES≤12	无/轻刺激性
12<ES<16	中度刺激性
ES≥16	强刺激性/腐蚀性

表6 配方A的鸡胚绒毛尿囊膜血管图

Tab.6 Chorioallantoic membrane (CAM) vascular image of formulation A

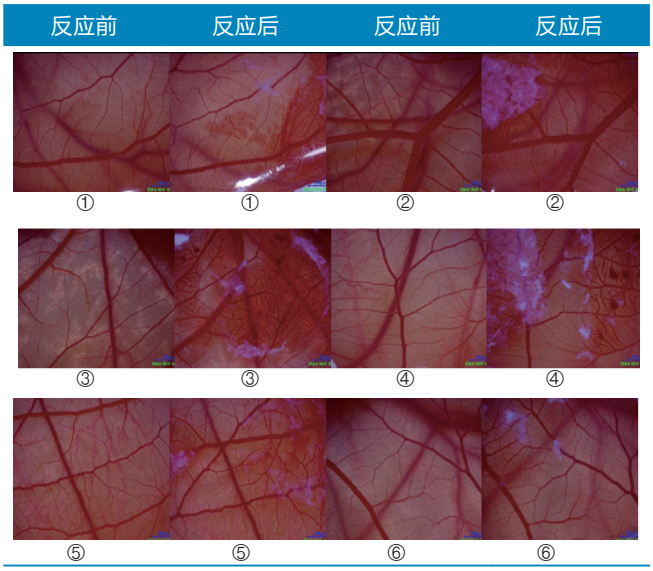


表7 配方B的鸡胚绒毛尿囊膜血管图

Tab.7 Chorioallantoic membrane (CAM) vascular image of formulation B

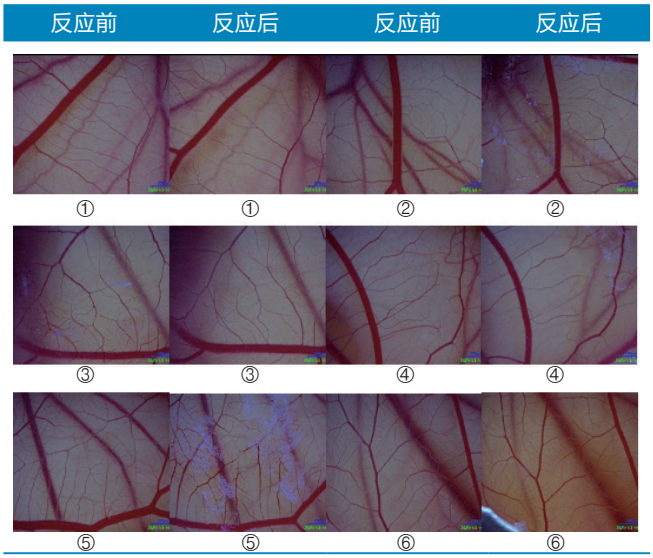


表8 配方C的鸡胚绒毛尿囊膜血管图

Tab.8 Chorioallantoic membrane (CAM) vascular image of formulation C

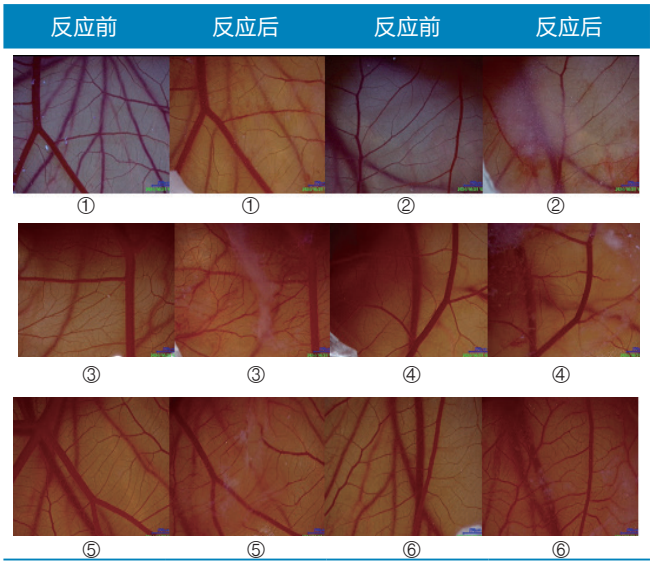


表9 配方A、配方B、配方C刺激程度评分

Tab.9 Irritation scores of formulations A, B, and C

样品名称	鸡胚序号	出血分数	凝血分数	血管溶解分数	刺激评分	测试结果	刺激性
阴性对照	1	0	0	0	0	ES=0	无/轻刺激性
阳性对照	2	3	3	1	7	/	强刺激性/腐蚀性
配方A	1	1	1	0	2	ES=15	中度刺激性
	2	2	1	0	3		
	3	2	2	0	4		
	4	2	1	0	3		
	5	1	1	0	2		
	6	0	1	0	1		

中国知网 https://www.cnki.net

续表

样品名称	鸡胚序号	出血分数	凝血分数	血管溶解分数	刺激评分	测试结果	刺激性
配方B	1	1	0	2	3	ES=11	无/轻刺激性
	2	1	1	0	2		
	3	1	1	0	2		
	4	0	1	1	1		
	5	1	1	0	2		
	6	1	0	0	1		
配方C	1	1	0	0	1	ES=9	无/轻刺激性
	2	1	0	1	2		
	3	1	1	0	2		
	4	1	0	0	1		
	5	1	0	0	1		
	6	1	1	0	2		

配方A对鸡胚绒毛尿囊膜血管的刺激性最大，在出血、凝血、血管溶解方面的分数最高，ES=15，为中度刺激。分析其原因是常见的小分子有机防晒剂甲氧基肉桂酸乙基己酯、二乙基羟苯甲酰基苯甲酸己酯、苯基苯并咪唑磺酸等，分子较小且具有一定脂溶性，能够与组织细胞的生物膜相互作用，改变膜的通透性，影响细胞正常生理功能，从而引发刺激反应。

相较而言，配方B大分子防晒剂对鸡胚绒毛尿囊膜血管的刺激较小，在出血、凝血、血管溶解分数有所降低，鸡胚刺激症状明显轻于小分子防晒剂组，结果ES=11，为无/ 轻刺激性。配方C是以大分子防晒剂加上精选天然来源活性的组合物，在鸡胚绒毛膜尿囊膜血管实验中ES=9，为无/轻刺激性。由此可推测，配方眼睛温和度排序：配方C>配方B>配方A。

3 结论

由斑贴实验、皮肤光毒性实验以及鸡胚绒毛尿囊膜血管实验可知，大分子防晒剂对皮肤和眼睛的刺激性更低，并且添加天然来源活性组合物在一定程度上也能够降低对皮肤和眼睛的刺激性。以大分子防晒剂为主搭配舒缓活性物搭建的防晒产品并添加天然活性物的配方C，对鸡胚绒毛尿囊膜血管的刺激最小，比小分子防晒剂组及单一使用大分子防晒剂的实验组温和。添加了超低分子石斛精粹、低分子量羧甲基脱乙酰壳多糖和贻贝提取物组合物，它们通过抑制炎症因子或炎症介质的释放，舒缓肌肤，缓解敏感肌和炎症反应等问题。当添加舒缓活性物的大分子防晒产品不慎接触到眼睛时，舒缓活性物能够在一定程度上减轻眼表的炎症反应，有效降低产品对皮肤的刺激性，提高使用的安全性和舒适度。

参考文献：

[1] 何黎. 美容皮肤科学: 第二版[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 58-64.

[2] 黄宇锋, 李光先, 何树锋, 等. 5类特殊用途化妆品刺激性试验结果分析[J]. 日用化学品科学, 2021, 44(12): 24-27.

[3] 裘炳毅, 高志红. 现代化妆品科学与技术: 上册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016: 822-824.

[4] BOS J D, MEINARDI M M. The 500 Dalton rule for the skin penetration of chemical compounds and drugs[J]. Experimental Dermatology, 2000, 9(3): 165-169.

[5] SCCS Notes of guidance for the testing of cosmetic ingredients and their safety evaluation-12th revision[EB/OL].(2023-5-15)[2025-3-13]. https://health.ec.europa.eu/publications/sccs-notes-guidance-testing-cosmetic-ingredients-and-their-safety-evaluation-12th-revision_en.

[6] 刘楚怡, 隋海松, 车帅, 等. 海蜇、牛骨和鳕鱼皮胶原肽的透皮吸收性能研究[J]. 日用化学工业(中英文), 2017, 47(3): 164-167, 177.

中国知网 https://www.cnki.net

[7] 裘炳毅, 高志红. 现代化妆品科学与技术: 上册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016: 822-862.

[8] 张贵民. 化妆品防晒剂的研究进展及其安全性问题(待续)[J]. 日用化学品科学, 2003(3): 23-25, 30.

[9] 张贵民. 化妆品防晒剂的研究进展及其安全性问题(续前)[J]. 日用化学品科学, 2003(4): 13-16.

[10] 龚述辉. 中国敏感肌市场现状和产品趋势洞察[J]. 日用化学品科学, 2020, 43(10): 5-7.

[11]王奕匀, 吕栋, 梁一博, 等. 合成化妆品原料的皮肤安全性初步评价研究[J]. 甘肃科技, 2024, 40(8): 60-62,69.

[12] 胡贤春, 郭永兵, 向劲松, 等. 铁皮石斛多糖的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(15): 78-80, 84.

[13] 张文娟, 牛贵业, 乔锰. 贻贝粘蛋白在皮肤损伤修复中的应用[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2025(4): 102-107.

[14] 姚丽芳, 赵颐晴, 李蔚, 等. 中国化学品严重眼损伤/眼刺激危害分类和标签规范与全球化学品统一分类和标签制度的比对[J]. 职业卫生与应急救援, 2024, 42(5): 639-643.

[15] 何立成, 刘璐, 沈琴, 等. 鸡胚绒毛膜尿囊膜血管实验用于评价化妆品配方眼刺激性质量标准的建立与评价[J]. 中国现代应用药学, 2019, 36(22): 2780-2783.

The effect of macromolecular sunscreen agents on the mildness of sunscreen products

YANG Yulan[1], LU Jinping[1], YANG Jie[1], GUO Junbin[2], QI Fengwei[1]

(1.Shandong Huawutang Biotechnology Co., Ltd., Jinan, Shandong 250101, China;
2.Guangzhou Runze Testing Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000, China)

Abstract: This study evaluates the impact of macromolecular sunscreen agents on the mildness of sunscreen products. Using assays including chorioallantoic membrane vascular tests, patch tests, and skin phototoxicity assessments, we compared three types of formulations: conventional sunscreens primarily containing small-molecule UV filters, sunscreens primarily containing macromolecular UV filters, and macromolecular sunscreen formulations combined with soothing active ingredients. Results show that, compared to conventional small-molecule systems, macromolecular sunscreen-based formulations reduce skin irritation and exhibit milder ocular irritation in HET-CAM tests. The addition of natural soothing actives further mitigates skin discomfort and inflammatory responses potentially triggered by UV exposure or formulation components, synergistically enhancing overall product mildness and safety.

Key words: macromolecular sunscreens; sunscreen products; mildness

（本文编辑　张　静）

（上接第45页）

Preparation process of burdock root fermentation liquid and its antioxidant and skin-soothing effects

YANG Yang, LU Wenhan, QV Jingyao, ZHANG Jingxuan, WANG Ling

(School of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Qilu University of Technology(Shandong Academy of Sciences), Jinan, Shandong 250353, China)

Abstract: Burdock root was subjected to liquid deep fermentation using *Pseudoalteromonas sp.* SE7 and *Saccharomyces cerevisiae* JM2-16. The antioxidant and skin-soothing effects of the fermented liquids were compared with those of burdock root water extract through radical scavenging assays, enzyme inhibition tests, and cellular experiments. Results showed that a 10% *Pseudoalteromonas sp.* fermentation extract exhibited radical scavenging rates of 90.64% for superoxide anion, 90.72% for hydroxyl radical, and 95.81% for DPPH radical, while the *Saccharomyces cerevisiae* fermentation extract achieved 81.59%, 94.80%, and 91.18%, respectively. Both extracts showed hyaluronidase inhibition rates of 82.33% and 80.23%, and elastase inhibition rates of 82.40% and 96.50%, respectively. Treatment of HaCaT cells with 1% fermented extracts resulted in 98% cell viability and significantly accelerated cell wound healing (P<0.05). These results indicate that fermentation with both strains synergistically enhances burdock root's antioxidant and skin-soothing effects by scavenging free radicals, inhibiting enzyme activity, and promoting cellular repair. The resulting fermentation liquids are promising candidates for the development of functional cosmetic ingredients.

Key words: burdock root fermentation liquid; *Pseudoalteromonas sp.*; *Saccharomyces cerevisiae*; antioxidant; skin-soothing

（本文编辑　张　静）

中国知网 https://www.cnki.net