

抗坏血酸磷酸酯镁

抗坏血酸磷酸酯镁 (Magnesium Ascorbyl Phosphate, 简称 MAP) 是水溶性维生素 C 衍生物, 由抗坏血酸与磷酸基团经镁离子稳定化制得, 是一类经典且应用成熟的抗氧美白活性成分, 在食品、日化及护肤领域拥有数十年的安全应用历史。MAP 具备优良的水溶性与 pH 稳定性, 在常规配方环境下不易氧化变色, 已获得多国化妆品法规收录, 安全性认可度高, 常作为食品添加剂与护肤美白原料广泛使用。

尽管其在食品与日化领域应用已久, 但随着功效护肤研究的深入, 其作为温和亮肤活性物的优势被进一步挖掘与放大。凭借优异的水溶性与皮肤相容性, MAP 被大量应用于水、精华、乳液、面膜等多种剂型中, 成为开发温和美白、提亮肤色产品的常用成分。高纯度级别的 MAP 杂质含量极低, 不含游离抗坏血酸及有害重金属, 大幅降低了皮肤刺激风险, 适合敏感肌与长期日常使用。MAP 通过抑制酪氨酸酶活性、阻断黑色素合成并促进黑色素代谢, 实现改善暗沉、均匀肤色的效果, 同时保留维生素 C 的抗氧化能力, 可清除自由基、减轻光损伤并辅助胶原合成。

多项临床研究证实, 含 2%~5% 抗坏血酸磷酸酯镁的配方具有良好的皮肤耐受性, 在改善肤色不均、淡化痘印及光诱导色素沉着方面效果明确, 长期使用可显著提升皮肤光泽度。相关对照研究表明, MAP 在温和度上优于部分酸性美白成分, 适合构建低刺激美白体系; 同时与烟酰胺、传明酸、谷胱甘肽等复配时, 可在抑制黑色素生成、转运与代谢环节形成协同增效, 进一步提升匀肤与修护效果, 使其成为温和美白产品线中的核心原料之一。

产品信息

商品	抗坏血酸磷酸酯镁
INCI 名称	MAGNESIUM ASCORBYL PHOSPHATE
CAS 号	113170-55-1
EC 编号	423-710-6
性状	白色粉末
纯度	≥99%
溶解度	8g/100mL (25℃)
使用水平和配方 pH 值	3%-5%; 6.0-7.0
贮存	在 10 至 30 °C 下储存在原始密封容器中; 避光、避热、避潮
监管	全球认可

人体皮肤耐受性

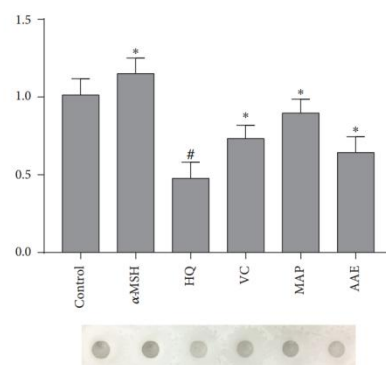
基于 MOS 值的安全评估：与 1% 曲酸局部刺激参考值 88，1% MAP 局部刺激参考值 >500，提示同等添加量下 MAP 局部刺激性远低于曲酸。

用于评估过敏性 / 皮肤刺激 / 皮肤致敏性的人体重复开放斑贴试验（1%、3%、5% 水溶液，pH 6.0 - 7.0）：MAP 为非原发性刺激物、无接触致敏性；10% 浓度 24h 封闭斑贴无红斑、水肿刺激反应。

用于评估皮肤刺激倾向的腔室划痕试验（0.5%、1.0% 凡士林基质）：在破损皮肤上，MAP 刺激性潜力极低，与生理盐水对照组无显著差异。

体外酶抑制活性：（MAP vs VC、AAE）

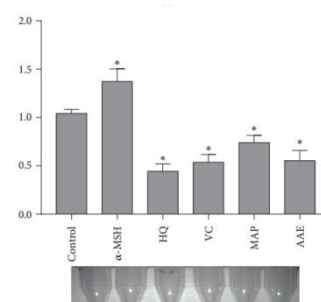
- 酶 - 黑素细胞内源酪氨酸酶
- 底物 - L-DOPA（L-3,4- 二羟基苯丙氨酸）
- 测试物质 - 1 mM VC、1 mM MAP、1 mM AAE、HQ（氢醌）、 α -MSH（黑色素刺激组）
- 孵育 - 黑素细胞 48h；酶促 37°C
- 测量 - Dot-blot 斑点法，ImageJ 灰度定量酶活



MAP 可显著抑制酪氨酸酶活性，但同等摩尔浓度下抑制强度弱于原型 VC 与 3-O - 乙基抗坏血酸（AAE），安全性优于氢醌。

体外黑色素抑制活性：（MAP vs VC、AAE）

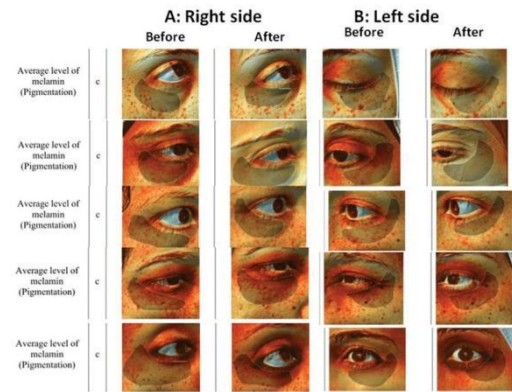
- 细胞 - 原代人黑素细胞
- 孵育时间 - 48h
- 测试物质 - 1 mM VC、1 mM MAP、1 mM AAE、HQ（氢醌）、 α -MSH（黑色素刺激组）
- 检测 - 分光光度法，405nm 测吸光度定量黑素



MAP 具备明确抑制黑素生成效果，可显著降低细胞黑色素总量；同等摩尔浓度下黑素抑制能力排序：氢醌 > 原型 VC > 3-O - 乙基抗坏血酸（AAE） > MAP，MAP 抑黑素效果弱于 VC、AAE 与氢醌。

淡黄褐斑临床研究：（MAP 醇质体凝胶 vs 囊泡凝胶）

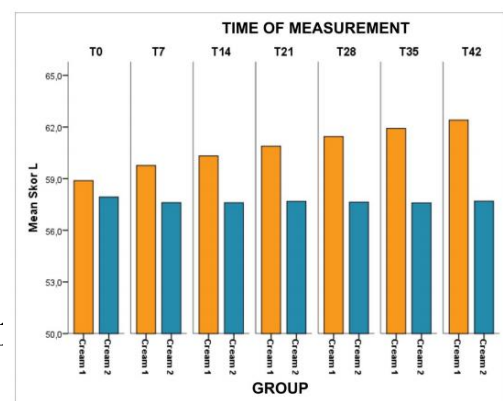
- 志愿者人数 - 40 名
 - 人种/肤质 - 女性 23 名、男性 17 名；
Fitzpatrick II - IV 型皮肤
 - 研究周期 - 6 个月
 - 测试部位 - 面部双侧（分侧对照）
 - 测试样品 - 5%MAP 醇质体凝胶、5%MAP 囊泡凝胶
 - 使用方法 - 每日夜间 1 次，分侧涂抹黄褐斑区域，配合广谱防晒
 - 效果量化 - Antera 3D® 相机检测黑色素平均含量
 - 评价维度 - 黄褐斑区域黑色素水平、红斑、安全性
 - A: 右侧面部（MAP 囊泡凝胶）治疗前后黑色素均值对比
 - B: 左侧面部（MAP 醇质体凝胶）治疗前后黑色素均值对比
- 横坐标: 治疗前 / 治疗后
纵坐标: 平均黑色素水平



左侧醇质体凝胶 1 个月即显著降黑色素；
右侧囊泡凝胶 6 个月显著降黑色素。

亮肤临床研究：MAP + 谷胱甘肽 + 维生素 E 复配霜 vs 4% 对苯二酚

- 志愿者人数 - 34 名
- 人群 - 25 - 35 岁女性
- 研究周期 - 6 周
- 测试部位 - 右前臂（分区域对照）
- 测试样品 - 2% 谷胱甘肽 + 1% 维生素 E + 3% MAP 复配霜、4% 对苯二酚霜
- 使用方法 - 每日 2 次，分别涂抹于前臂不同区域
- 效果量化 - Chroma Meter 检测 L*（亮度）、a*（红斑）、ITA°



Cream 1: 2% 谷胱甘肽 + 1% 维生素 E + 3% MAP 复配霜

Cream 2: 4% 氢醌霜

横坐标: 时间（0/7/14/21/28/35/42 天）

纵坐标: L* 值（数值越高 = 越亮）

MAP 复配组 L* 持续上升，6 周显著更亮；
氢醌组亮度几乎不变。

MAP 影响黑色素生成的多种途径

- 核心通路：经 SVCT-2 转运入胞，胞内酸化抑制酪氨酸酶活性

MAP 依靠黑素细胞膜 SVCT-2 转运蛋白进入黑素细胞，提升胞内维 C 含量、降低胞浆 pH；酪氨酸酶最适催化 pH≈6.8，酸性环境直接抑制酶催化活性，不下调酪氨酸酶、MITF、Pmel17 三种黑素相关蛋白表达量，蛋白水平无显著变化。

- 抗氧化清除 UVA 活性氧，减少氧化应激诱发色沉

MAP 进入细胞后解离产生活性维 C，可高效清除 UVA 照射诱导生成 ROS（活性氧），降低氧化应激对黑素细胞的异常刺激，减少光损伤、炎症继发色素沉着；采用 DCFH-DA 荧光探针 + 流式细胞术定量胞内活性氧。

- 还原黑色素中间前体，阻断黑素链式合成

胞内释放的活性维 C 具备强还原性，可将多巴醌还原为无色左旋多巴，打断「酪氨酸→多巴→多巴醌→多巴色素→黑色素」氧化合成链条，从生化源头减少黑素原料累积，抑制色素生成。MAP 作为稳定 VC 衍生物，入胞后转化为活性 VC 发挥该还原作用。

MAP 推荐的增效剂/添加剂，用于改善皮肤美白/均匀肤色效果

增效剂/添加剂	基本原理/机制	使用级别
烟酰胺 (VB3) INCI: NIACINAMIDE	MAP 抑制黑素生成 + 烟酰胺阻断黑素小体从黑素细胞向角质细胞转运，双通路协同淡斑、匀肤色	1%~2%
还原型谷胱甘肽 (GSH) INCI: GLUTATHIONE	二者协同提升细胞总抗氧化力，共同还原黑素中间体，改善暗沉、提亮肤色	2%~3%
乙酰姜油酮 INCI: ACETYL ZINGERONE	体外螯合铜离子（酪氨酸辅酶）、辅助抑制酪氨酸酶，抗氧化舒缓光泛红	1%

MAP：稳定型维 C 多功能亮肤修护活性成分

安全温和型经典维 C 衍生物亮肤原料

- 拥有食品添加剂 + 化妆品双合规数十年应用历史，多国法规收录，食品级原料可合规用作食品抗氧化助剂，护肤品安全应用多年。
- 人体临床试验证实：复配谷胱甘肽、维 E 后亮肤效果可对标 4% 氢醌，单用温和改善痘印与日晒浅表暗沉。
- MAP 纳米载体凝胶经亚洲、白种人黄褐斑受试者临床有效，常规配方适合暗沉、炎症色素肤质，顽固深层色斑单用改善有限。

皮肤保护

- 入胞转化活性维 C，高效清除 UVA 诱导 ROS，减少紫外线造成 DNA 氧化损伤。
- 提升细胞内源谷胱甘肽含量，强化细胞自身抗氧化防御，减少氧化应激损伤。
- 依托抗氧化作用间接减少蛋白糖化，保护真皮基质胶原蛋白，延缓糖化暗沉。
- 抗氧化间接舒缓氧化型皮肤炎症，改善炎症诱发色沉。

抗衰老功效

- 体外试验证实：促成纤维 I、III 型胶原蛋白合成。
- 人体实测长期使用可改善光老化带来的肤色暗沉、皮肤干燥粗糙，暂无临床数据证实全面淡化各类细纹。

美白匀肤（核心功效）

- 通过氢键螯合酪氨酸酶铜辅因子，抑制酪氨酸催化活性，同步减少黑素细胞增殖，多源头阻断黑色素合成。
- 还原多巴醌等黑素中间体，打断黑色素生化合成链条，减少色素持续堆积。
- 辅助修护皮肤屏障，优化角质层代谢环境，循序渐进改善痘印、日晒浅表色沉、全脸肤色不均。

主要刊物

Miao F, Su MY, Jiang S, et al. Intramelanocytic Acidification Plays a Role in the Antimelanogenic and Antioxidative Properties of Vitamin C and Its Derivatives. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2019;2019:2084805..

Kameyama K, Sakai C, Kondoh S, Yonemoto K, Nishiyama S, Tagawa M, Murata T, Ohnuma T, Quigley J, Dorsky A, Bucks D, Blanock K. Inhibitory effect of magnesium L-ascorbyl-2-phosphate (VC-PMG) on melanogenesis in vitro and in vivo. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 1996;34(1):29-33..

Candila SM, et al. Preparation, ex vivo evaluation and clinical study on melasma of magnesium ascorbyl phosphate loaded vesicles. *Journal of Drug Delivery*, 2022, 29 (1):534-547.

Hwang TL, Tsai CJ, Chen JL, Changchien TT, Wang CC, Wu CM. Magnesium ascorbyl phosphate combined with coenzyme Q10 protects keratinocytes against UVA irradiation by suppressing glutathione depletion. *Molecular Medicine Reports*. 2012;6 (2):375-378.

Balbosa M, et al. Efficacy and Safety of Nicotinamide 10%, Associated with Magnesium Ascorbyl Phosphate 5% and Hyaluronic Acid 5%, Compared to Hydroquinone 4% in Women with Facial Melasma. *J Clin Aesthet Dermatol*. 2024;17:2215-2223.

Yim S, Lee J, Hae J, et al. Chrysanthemum Morifolium Extract And Ascorbic Acid-2-Glucoside (AA2G) Blend Inhibits UVA-Induced Delayed Cyclobutane Pyrimidine Dimer (CPD). *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 2019, 12:823-832.