

4-丁基间苯二酚

烷基间苯二酚是两亲性酚类脂质，广泛存在于天然植物与谷物提取物中。4-丁基间苯二酚是结构明确、功效强劲的烷基间苯二酚衍生物，在美白护肤与功效原料领域的应用研究已近 30 年，凭借超高酪氨酸酶抑制效率成为高端亮肤原料的核心选择。

4-丁基间苯二酚具备优异的皮肤安全性与功效稳定性，经多国毒理评估确认无致突变、无致畸及生殖毒性，被欧盟 SCCS、中国《已使用化妆品原料目录（2021 版）》等全球主流法规收录，被公认为安全高效的亮肤、淡斑与均匀肤色活性成分。尽管其在美白护肤领域的应用潜力早已被证实，但直到专利保护期满与高纯度合成工艺成熟，才得以大规模应用于功效护肤品开发。近年来，随着高纯度制备技术突破，4-丁基间苯二酚以高纯度（≥99.5 - 99.9%）形态进入市场，基本不含间苯二酚等刺激性杂质，配方兼容性与皮肤耐受性大幅提升，迅速成为开发高效亮肤、淡斑、改善色素沉着产品的首选成分之一。多项权威临床证实，0.3% 4-丁基间苯二酚即可实现显著淡斑提亮，在改善黄褐斑、日光性黑子、炎症后色沉方面表现突出，低浓度高效能的特点大幅降低配方刺激风险与成本压力。体外与临床对比研究一致显示，4-丁基间苯二酚对人酪氨酸酶的抑制强度显著优于苯乙基间苯二酚（377）、己基间苯二酚、曲酸及熊果苷，在同等测试条件下淡斑起效更快、改善程度更高。多项临床研究证实，4-丁基间苯二酚与烟酰胺、光甘草定、十一烯酰苯丙氨酸等活性物联用可产生协同美白效应，在抑制黑色素生成、阻断转运与加速代谢层面实现多通路增效，同时提升舒缓与抗氧化表现，为复合功效配方提供坚实科学依据。

产品信息

商品	4-丁基间苯二酚
INCI 名称	4-BUTYLRESORCINOL
CAS 号	18979-61-8
EC 编号	606-191-2
性状	白色至淡黄色粉末
纯度	≥99%
溶解度	二甲基亚砜：150 mg/mL（902.42 mM）
使用水平和配方 pH 值	美白精华、乳霜添加量 0.3%~0.5% pH：4.5~7.0
贮存	在 10-30 ℃ 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

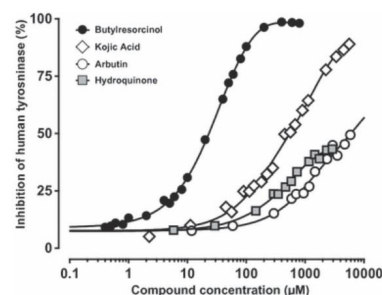
基于 MOS 值的安全评估：与 1% 曲酸（MOS=88）相比，发现1% 4-丁基间苯二酚对于局部应用是安全的（MOS=692）。MOS 值 100 及以上被认为是安全的。以 1% 使用量计算面部产品的 MOS。

用于评估过敏性 / 皮肤刺激 / 皮肤致敏性的人体重复激发斑贴试验（HRIPT）：（0.5%、1%、2% 的玉米油）；4-丁基间苯二酚被发现是一种非主要刺激物和非主要致敏剂。

用于评估皮肤刺激倾向的腔室划痕试验：（0.1% 和 0.5% 的凡士林）在划痕的皮肤上：4-丁基间苯二酚被发现具有低刺激性潜力，与盐水控制相比效果很好。

体外酶抑制活性

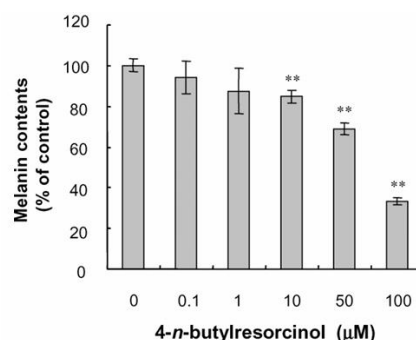
- **酶** – 人酪氨酸酶
- **底物** – 左旋多巴（L-DOPA）
- **测试物质** – 4-丁基间苯二酚、氢醌、曲酸、熊果苷
- **测量** – 分光光度法；光谱范围 490nm
- **性能量化** – 半数抑制浓度（IC₅₀），即抑制 50% 酶活性所需的样品浓度



4- 丁基间苯二酚是受试品类中最强效人酪氨酸酶抑制剂，抑酶活性超越氢醌、曲酸、熊果苷。

体外黑色素抑制活性

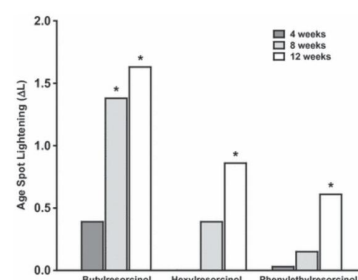
- **细胞** – Mel-Ab 小鼠永生黑色素细胞
- **孵育时间** – 37°C、5% CO₂ 环境下，受试物给药连续孵育 4d（96h）；细胞活力试验孵育 24h
- **测试物质** – 4-丁基间苯二酚
- **测量** – 590nm
- **性能量化** – 半数有效浓度（EC₅₀），即抑制 50% 黑色素合成所需样品浓度



4 - 丁基间苯二酚可安全高效抑制黑色素细胞黑色素合成，是优异的美白活性原料。

人体亮肤临床试验

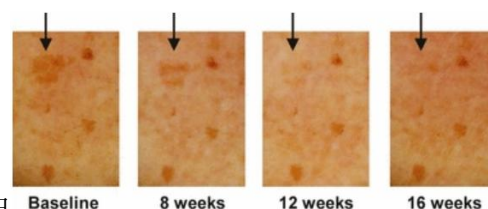
- 志愿者 - 14 名受试者
- 试验周期 - 12 周，分别于第 4 周、8 周、12 周检测
- 测试部位 - 双侧前臂老年斑皮损
- 测试物质 - 0.3% 4-丁基间苯二酚乳液；空白基质对照组；
- 平行对照组 - 0.3% 4-己基间苯二酚、0.5% 苯乙基间苯二酚乳液；
- 使用频率 - 一天两次
- 性能量化 - 比色仪测定 ITA° 肤色数值 + Epi-Flash 局部色斑高清成像存档



0.3% 4-丁基间苯二酚使用 8 周即可出现显著性淡斑提亮，起效优于同等添加量 4-己基间苯二酚与 0.5% 苯乙基间苯二酚；受试期间偶见轻微一过性红斑，红斑可自行消退。

色素沉着过度控制临床研究

- 志愿者 - M14 名受试者
- 试验周期 - 16 周，分别于第 8 周、12 周、16 周检测
- 测试部位 - 双侧前臂老年斑皮损
- 测试物质 - 0.3% 4-丁基间苯二酚乳液；空白基质对照组
- 平行对照组 - 0.3% 4-己基间苯二酚、0.5% 苯乙基间苯二酚乳液；
- 使用频率 - 一天两次
- 性能量化 - 比色仪测定 ITA° 肤色数值 + Epi-Flash 局部色斑高清成像存档



治疗 4 周后，治疗的斑点比对照斑点更浅。整个治疗期间改善持续，16 周后部分斑点已无法与周围皮肤区分。

减少韩国受试者的皮肤色素沉着过度

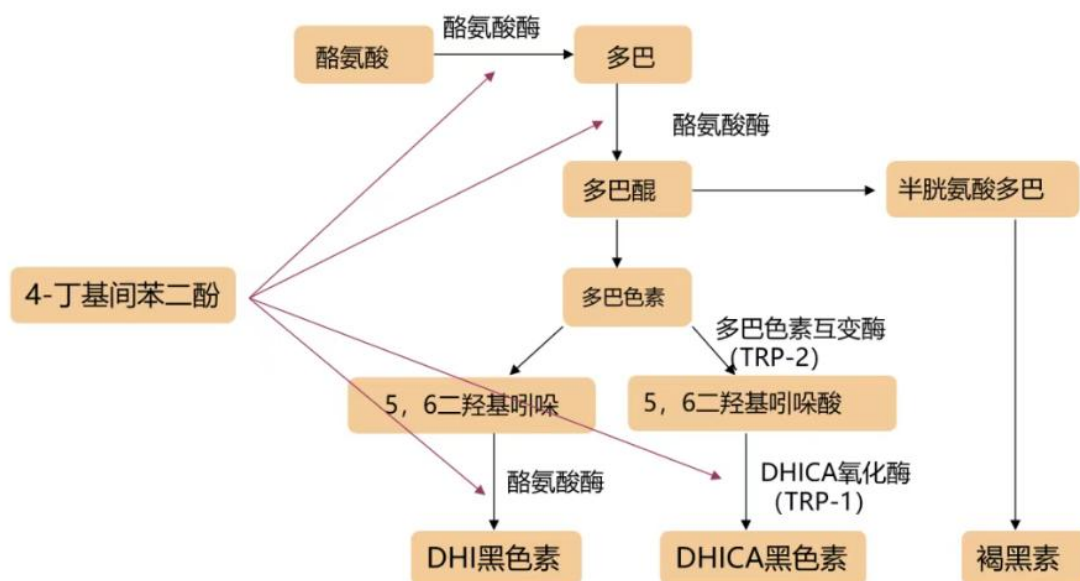
- 志愿者 - 20 名韩国受试者
- 试验周期 - 8 周
- 测试部位 - 全脸（左右半脸分侧受试）
- 测试物质 - 0.1% 4-丁基间苯二酚乳膏 VS 空白基质乳膏
- 使用频率 - 一天两次
- 性能量化 - Mexameter 黑色素指数仪器测定、标准数码拍照、深浅、皮损与周边肤色对比度、全脸肤色均匀度、提亮程度



连续使用 8 周后，受试侧黄褐斑色素指数显著下降、色斑面积与色素强度明显改善；仅个别受试者出现短暂轻微红斑，反应为自限性，整体安全性良好。

影响黑色素生成的多种途径

4-丁基间苯二酚可抑制黑素生成途径中的所有其他位点。4-丁基间苯二酚调节黑色素生成途径中的上述八个位点，同步阻断优黑素（DHI、DHICA 黑素）与褐黑素两条黑色素合成分支。



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
传明酸	抑制炎症与紫外线诱导促黑素因子释放，下调黑素细胞活化，从上游减少黑色素生成，和 4-丁基间苯二酚酶抑制通路形成上下游协同美白，降低炎症型色沉、减少配方刺激性	2%
烟酰胺	阻断黑素小体由黑素细胞向角质形成细胞转运，阻滞已合成黑色素向外沉积，与 4-丁基间苯二酚合成抑制靶点互补，临床复配显著加速肤色提亮、淡化色斑	3%
乙酰姜油酮	非消耗型广谱抗氧化，螯合酪氨酸酶关键辅因子铜离子，抑制铜介导黑色素合成；抵御紫外光损伤，舒缓光损肌肤泛红，辅助淡化雀斑与日光性色素沉着	1%

真正的多功能亮肤/ 均匀肤色活性成分

安全有效的亮肤剂 / 均匀肤色活性物

- 全球近 30 年化妆品合规应用历史，多国药典 / 化妆品原料目录收录。
- 同等添加量体外抑酪氨酸酶功效约为氢醌 4 倍，低刺激、合规替代氢醌。
- 全人种皮肤临床验证：适配健康肌肤、炎症色沉、痘印色沉、黄褐斑肤质。

皮肤保护

- 清除皮肤 ROS，减少氧化诱发 DNA 氧化损伤，辅助修护光损伤细胞。
- 提升皮肤内源谷胱甘肽 GSH 含量，强化细胞抗氧化屏障。
- 减少游离糖与蛋白交联，抑制 AGE 糖化生成，改善糖化暗沉黄气。
- 抗氧化间接下调促炎因子，非直接抑制 NF- κ B 通路，缓解炎症诱发色沉。

抗衰老功效

- 抑制紫外线诱导胶原 / 弹性蛋白氧化降解，维持真皮纤维完整。
- 多组人体临床：改善光老化色斑、肤色不均、粗糙、暗沉多项老化表征。

主要刊物

Kolbe L, et al. 4-n-butylresorcinol, a highly effective tyrosinase inhibitor for the topical treatment of hyperpigmentation. J Eur Acad Dermatol Venereol. 2013;27(Suppl 1):19 - 23.

Kim DS, et al. Inhibitory effects of 4-n-butylresorcinol on tyrosinase activity and melanin synthesis. Biol Pharm Bull. 2005;28(12):2216 - 2219

Huh SY, et al. The Efficacy and Safety of 4-n-butylresorcinol 0.1% Cream for the Treatment of Melasma: A Randomized Controlled Split-face Trial. Ann Dermatol. 2010;22(1):21-25