

鞣花酸在化妆品中的应用研究

郝鹏超, 闫秀芳, 元丰伟, 曲向华*
(山东花物堂化妆品股份有限公司, 山东济南, 250101)
DOI:10.61369/CDCST.2026020017

摘 要: 鞣花酸是一类天然多酚二内酯类活性物质, 广泛分布于石榴、浆果、坚果及多种药用植物中, 热稳定性良好, 具备多重生物活性。本文系统梳理了鞣花酸的分子结构、天然来源及制备工艺, 重点阐述其在化妆品领域的美白、抗氧化、抗炎舒缓、抗紫外与祛痘等核心功效及作用机制, 总结其在法规安全、配方技术与应用现状方面的研究进展, 可为鞣花酸在功效型化妆品中的深度开发与产业化应用提供理论参考和技术支撑。

关键词: 鞣花酸; 化妆品; 美白; 抗氧化

作者简介: 郝鹏超, 博士, 就职于山东花物堂化妆品股份有限公司, 高级研究员, 从事化妆品基础科学研究相关工作。E-mail: pengchao@163.com。



郝鹏超

1 鞣花酸的结构与来源

1.1 鞣花酸的分子结构

鞣花酸 (Ellagic Acid, EA) 是天然存在的多酚二内酯类物质, 为没食子酸的二聚衍生物, 归属于可水解鞣质中的鞣花单宁族^[1]。其分子式为 $C_{14}H_6O_8$, 相对分子质量 302.19 g/mol; 常温下为淡黄色至棕褐色粉末, 熔点超 360 °C, 具备优良的热稳定性能^[2]。

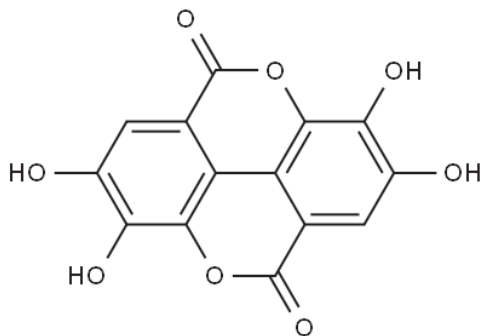


图1 鞣花酸的分子结构式

从化学结构层面来看, 鞣花酸分子含四个稠合环, 由两个苯环与两个内酯环共同组成, 且带有四个酚羟基 (图1)。该结构赋予其两亲特性: 双苯环提供亲脂性, 酚羟基与内酯基团提供亲水性。但由于整体水溶性与脂溶性均偏弱, 鞣花酸在 BCS 分类系统中被归为 IV 类化合物 (低溶解度、低渗透性)^[3]。

1.2 鞣花酸的来源

鞣花酸在自然界分布广泛, 主要存在于水果、坚果及多种药用植物中, 多以聚合形式 (鞣花单宁、苷类) 存在, 需经水解转化为游离态才能发挥作用。

水果是鞣花酸最主要的天然来源, 其中石榴是最具代

表性的原料, 石榴皮中鞣花单宁含量可达 5.27%~8.16%, 游离鞣花酸含量约 0.9%, 是工业提取鞣花酸的核心原料^[4]。除石榴外, 鞣花酸还广泛存在于多种干果类和浆果类植物中。如黑核桃干重中鞣花酸含量达 590 $\mu\text{g/g}$, 草莓干重中鞣花酸含量可达 630 $\mu\text{g/g}$, 黑莓鲜重中含量达 1500 mg/kg, 云莓鲜重中更是高达 3151 mg/kg^[5-6]。

此外, 蔷薇属植物的果实也是鞣花酸的重要来源。一项针对 14 个玫瑰品种的比较研究显示, 玫瑰果干重中游离 EA 的含量范围为 487.2 至 1065.2 $\mu\text{g/g}$, 且不同物种间差异显著^[7]。Szmagara 等人^[8]采用荧光光谱法测定了波兰市售冻干和干燥玫瑰果产品中 EA 含量, 结果为 32~44 $\mu\text{g/g}$ 。此外, 吴梦琪等^[8-9]采用色谱分离法测定了甘肃苦水玫瑰花渣中的鞣花酸, 其含量可达 2.27%。

2 鞣花酸的制备工艺

鞣花酸作为一种天然多酚二内酯, 其制备工艺主要分为植物提取法、发酵制备法和化学合成法三大类。不同制备工艺在成本、产量、纯度及环保性上各有优劣, 适用于不同的生产需求。

2.1 植物提取法

植物提取法主要利用鞣花酸在有机溶剂中的溶解特性, 从富含该成分或其前体 (如鞣花单宁) 的植物原料中直接分离目标物质。常用萃取剂包括甲醇、乙醇、丙酮以及乙酸乙酯等。杨笑笑等^[10]以石榴皮为对象, 先经 60% 乙醇提取, 再依次用石油醚和乙酸乙酯处理, 最后结合酸水解法, 可使鞣花酸的得率达到 32.7%。Lei^[11]发现, 采用丙

酮与水体积比7 : 3的混合溶剂,在避光、60℃搅拌条件下提取鞣花单宁样品,经过滤除杂、蒸发浓缩及冷冻干燥处理后,所得提取物中鞣花酸最高产率为0.55%。

为进一步提升鞣花酸的提取率与产品纯度,实际生产中常将溶剂提取与水解、超声、微波等技术联用。酸水解辅助溶剂提取是较为常用的优化手段,Lu等^[12]使用乙醇浸泡石榴皮,随后用5%硫酸水解5小时,最终从100 g果皮中获得了3.5 g纯度为90%的鞣花酸。超声辅助提取可破坏植物细胞壁,缩短周期、提高效率。王佳慧等^[13]以树莓为原料,使用超声辅助乙醇提取技术,经工艺优化后分离得到的鞣花酸含量为670.28 μg/g。郭叶莹等^[14]采用超声-微波协同碱水解法提取石榴皮中的鞣花酸并经工艺优化后,鞣花酸得率可达26.45%。

碱溶酸沉法也是植物提取鞣花酸的重要技术,Khac等^[15]发现,通过碱溶酸沉法处理植物组织浸提液,调节pH后离心沉淀、水洗除杂,即可获得鞣花酸粗品。Wang等^[16]通过碱溶、酸沉结合溶剂重结晶法提取赫利黑莓果中的鞣花酸,所得鞣花酸粉末纯度最高可达90%。此外,离子液体可替代传统挥发性溶剂用于鞣花酸提取,具有高效、节能、环保的特点。Liu等^[17]采用可蒸馏离子液体辅助微波萃取桉树种中的鞣花酸,显著提高提取率,且离子液体可通过低温蒸馏回收并重复利用。

2.2 生物制备法

生物制备法是依托微生物及微生物相关酶将植物原料中的鞣花单宁降解转化为鞣花酸的绿色制备技术,该技术反应条件温和、无环境污染、产品纯度较高,近年来逐渐成为鞣花酸制备领域的研究热点。生物制备法主要分为固态发酵法、液态发酵法、生物酶解法三种类型。

固态发酵法以植物残渣或植物原料作为底物,接种微生物进行发酵处理,常用的微生物包括黑曲霉、米曲霉、酿酒酵母、金针菇等^[18]。该方法的设备要求简单、酶活性高,应用也最为广泛。Vattem等^[19]以蔓越莓果渣为原料,配制食用真菌固态发酵培养基,发酵后可提取的鞣花酸含量约为350 μg/g。Robledo等^[20]研究发现,以石榴皮作为固态发酵基质时,黑曲霉 *A.niger* GH1 可在72 h内降解71%的石榴皮总多酚,发酵周期延长至120 h后,鞣花酸得率可达6.3 mg/g。Moccia等人^[21]以酿酒酵母 *Saccharomyces cerevisiae* 为发酵菌株,通过优化培养参数与营养组分,在DMSO萃取、固液比1 : 100条件下,获得鞣花酸产量为46 mg/g。

液态发酵法以液体培养基为载体,接种微生物进行发酵,具有发酵条件易调控、产物易分离等特点。Sepúlveda等^[22]采用烟曲霉 *Aspergillus fumigatus* MUM1603 发酵橘皮废弃物,在30℃及特定孢子浓度下,鞣花酸积累量达18.68 mg/g。另有研究以橡子果实提取物为基质,采用 *A.oryzae* 与 *Endomycopsis fibuligera* 混合共发酵,鞣花酸产率最高达32%,对应产量为1.84 g/L^[23]。

生物酶解法主要利用鞣花单宁酶对植物原料进行降解处理。王文慧等^[24]通过优化黄柄曲霉生产的单宁酶水解安石榴苷的酶解条件(安石榴苷浓度25 g/L、温度30℃、时间72h、添加0.04%氯化镁、初始pH 6),使鞣花酸转化率达75.64%、产率可达65.31%。此外,Huang等人^[25]研究发现,将米曲霉与里氏木霉进行混合共培养,用以降解橡碗单宁提取物时,鞣花单宁酰基水解酶、纤维素酶与木聚糖酶可发挥协同增效作用,共同推动鞣花酸的生物转化与生成。

2.3 化学合成法

化学合成法是利用化学试剂通过氧化聚合等反应制备鞣花酸的方法,主要分为单宁降解法和没食子酸氧化聚合两种。单宁降解法主要以单宁酸为原料,在碱性条件下氧化生成鞣花酸。Xu等人^[26]对此工艺进行优化,利用射流泵进行曝气通气,以氢氧化钠调节体系pH至8.5,在单宁酸浓度25 g/L、温度20℃条件下反应8h,可高效制备鞣花酸。鞣花酸在结构上可看作没食子酸的二聚衍生物,因此在过氧化物酶的催化作用下,通过没食子酸的氧化聚合反应也能够合成鞣花酸,产率可达20%~30%^[27]。但该制备途径仍存在明显局限:没食子酸及其酯类原料的制备流程复杂,反应所需酶制剂还需经过精制处理,加之产物后续分离纯化难度较高,受多重因素制约,该方法现阶段难以应用于鞣花酸的规模化生产^[27]。

综上所述,三类鞣花酸制备工艺各有优劣,适用场景差异明显。植物提取法工艺成熟、成本较低,是当前工业化主流,但溶剂消耗大、纯度提升有限。生物制备法绿色温和、产物纯度高,符合化妆品原料发展方向,但菌株与酶制剂成本高、规模化难度较大。化学合成法可制备高纯度产品,然而原料与纯化成本高、存在残留风险,仅适用于实验室小批量生产。

3 鞣花酸在化妆品中的功效

鞣花酸作为天然多酚类活性成分,凭借安全温和、作

用靶点明确的优势，在化妆品中展现出美白、抗氧化、抗炎舒缓、抗紫外、祛痘等多重护肤功效，成为高端功效型护肤品的核心原料之一，其作用机制与分子调控路径已被大量研究证实。

3.1 美白

鞣花酸作为国际公认的高效美白活性成分，已被正式列入化妆品原料目录，其美白作用主要通过多途径调控黑色素合成实现。其核心机制是靶向抑制酪氨酸酶：鞣花酸通过螯合酶活性中心的铜离子，以非竞争性方式抑制该酶，阻断酪氨酸向多巴醌转化，从源头减少黑色素合成^[28]。此外，Yang等人^[29]的研究发现，鞣花酸能够干扰 α -黑素细胞刺激素（ α -MSH）激活的B16F10细胞中，由cAMP介导的CREB及MITF信号通路，进而下调酪氨酸酶相关蛋白的表达，降低黑素细胞的产色能力。

动物实验与人体临床测试也证实了鞣花酸的美白效果。在动物实验中，紫外线诱导的色素沉着豚鼠模型经局部涂抹鞣花酸后，色斑可显著淡化，肤色逐渐恢复正常^[30]；而口服含90%鞣花酸的石榴提取物，也能有效抑制棕色豚鼠背部由紫外线引发的皮肤色素沉着^[28]。人体测试表明，含鞣花酸的护肤品可降低皮肤黑色素含量，提亮肤色、改善色斑^[31]。

3.2 抗氧化

鞣花酸是一种强效抗氧化天然多酚，多项研究证实其及衍生物能有效清除多种自由基，延缓皮肤老化^[32-33]。其抗氧化作用可通过多种途径实现，首先从分子层面来看，鞣花酸分子结构中含有的邻苯二酚型羟基，可提供活泼氢以捕捉氧自由基、羟自由基等活性氧簇，进而形成稳定的苯氧自由基，有效终止氧化连锁反应^[34]。与此同时，鞣花酸还能螯合诱导脂质过氧化的金属离子，避免细胞膜、胶原蛋白等生物大分子遭受氧化损伤，进一步发挥抗氧化保护作用^[35]。

在细胞层面，鞣花酸可激活Nrf2通路，上调HO-1、SOD等抗氧化酶表达，提升机体抗氧化能力，同时抑制炎症及氧化应激相关过程，实现抗氧化与抗炎的协同作用^[36-37]。此外，鞣花酸可以改善皮肤细胞外基质中弹性蛋白和胶原蛋白的合成，减少皮肤干纹、细纹的产生^[38]。最近的一项研究表明，鞣花酸能够通过调控去乙酰化酶SIRT1发挥其抗氧化作用^[39]。

3.3 抗炎舒缓

炎症是机体清除病原体、保护组织的重要防御机制，

鞣花酸可通过阻滞炎症因子分泌、调控核心信号通路等多种方式发挥显著抗炎活性，同时其舒缓作用可辅助缓解炎症相关的皮肤不适，共同助力皮肤稳态恢复，尤其在皮肤护理领域具有重要潜在应用价值。

多项体外研究已明确了鞣花酸的抗炎机制与作用靶点。Gil等人^[40]以TNF- α 与IFN- γ 诱导的HaCaT角质形成细胞为模型开展实验，证实鞣花酸可抑制MAPK、STAT通路中促炎介质的表达，有效减轻皮肤细胞的炎症损伤。Bensaad等人^[41]则以LPS诱导的巨噬细胞为研究对象，验证了石榴皮来源的鞣花酸能够明显减少NO、PGE-2及白介素等促炎因子的分泌，进一步体现其良好的体外抗炎活性。此外，细胞阻断实验证实，TLR4/MD-2复合物是鞣花酸抗炎的主要靶点^[42]；最新研究更补充了其作用通路，发现鞣花酸可通过调控TLR4-SRC/MAPK/NF- κ B信号轴抑制LPS诱导的巨噬细胞炎症^[43]。体内实验中，鞣花酸可抑制IMQ诱导小鼠皮肤损伤模型中TLR4/NF- κ B通路活化，减少TNF- α 、IL-6释放以缓解皮肤损伤^[44]，也可剂量依赖性减轻接触性皮炎小鼠耳肿胀^[45]。

值得注意的是，鞣花酸的舒缓作用可辅助抗炎效果，Guerrero-Solano等^[46]指出，鞣花酸可通过调控L-精氨酸/NO通路并抑制环氧合酶活性，发挥舒缓与镇痛功效。最新研究进一步发现，鞣花酸能够与TRPV1发生相互作用，抑制IL-1 β 的分泌，进而参与调控TRPV1介导的NLRP3炎症激活过程^[47]。综上，鞣花酸所具备的抗炎舒缓功效，为其在皮肤护理领域的应用提供了坚实的实验支撑。

3.4 抗紫外

鞣花酸兼具紫外线吸收与光损伤修复双重功效，是一种天然的防晒修护成分。在紫外线吸收方面，其在220~380 nm紫外波段具有较强的吸收能力，可有效阻隔UVA与UVB对皮肤的照射，减少紫外线对皮肤的直接损伤^[48]。而在光损伤修复层面，鞣花酸能够减轻紫外线引发的皮肤氧化应激反应与炎症反应，进而改善光老化导致的皮肤松弛、皱纹、粗糙等问题^[49]。

相关研究证实，鞣花酸可通过Nrf2依赖途径抑制UVB诱导的成纤维细胞氧化应激，降低ROS与MMP-2水平，显示其良好的抗光老化潜力^[50]。此外，Lembo等人^[51]以UVB诱导的角质形成细胞为实验模型，发现鞣花酸可有效抑制促炎因子的表达，同时上调保护性因子IL-10的水平，从而减轻UVB诱发的皮肤炎症反应。

在动物实验中，鞣花酸可显著诱导UVA+UVB照射后

大鼠皮肤中 IRS1 蛋白的表达,进而发挥光保护作用^[45]。与此同时,鞣花酸还可通过 TGF- β 1 通路减少 UVB 诱导的氧化应激,降低小鼠皮肤 IL-1 β 和 TNF- α 的 mRNA 水平,减轻晒伤、发红、水泡等损伤^[52]。

3.5 祛痘

痤疮(俗称痘痘)是毛囊皮脂腺的慢性炎症,表现为粉刺、丘疹等。它的起因是多种因素共同作用的结果,包括皮脂分泌过多、毛囊角化异常、痤疮丙酸杆菌繁殖、炎症反应及激素水平变化等。

多项研究证实鞣花酸具有多重抗痤疮活性。其对痤疮丙酸杆菌的 MIC 为 125 $\mu\text{g/mL}$,可直接抑制其生长繁殖^[53]。同时,鞣花酸还能抑制脂肪酶活性,减少甘油三酯水解及游离脂肪酸对皮肤的刺激,从而减少粉刺与炎症^[53]。You 等^[54]研究表明,富含鞣花酸的木栗提取物可下调皮脂细胞中 SREBP1 和 PPAR γ 的表达,抑制皮脂过度分泌,并通过抑制 5 α -还原酶活性阻断雄激素介导的皮脂生成。该提取物还可抑制 TLR2 信号通路、阻止 NF- κ B 核转位,进一步减轻痤疮相关炎症反应^[54]。

综上,鞣花酸通过抗菌、抑酶、控油及抗炎等多种途径,从多个关键节点干预痤疮的发生发展,显示出作为祛痘功能性成分的良好潜力。

4 鞣花酸在化妆品中的应用现状

4.1 法规与安全现状

鞣花酸作为常用天然活性成分,其应用合规性已获多个国家和地区认可。在中国,它被正式列入《已使用化妆品原料目录(2021版)》,为非禁用、非限用原料。此外,我国已专门制定 QB/T5295-2018 行业标准,明确规定了美白化妆品中鞣花酸的高效液相色谱测定方法,为其含量检测和质量管控提供了统一规范。

使用浓度方面,中国台湾地区将鞣花酸列为美白功效成分,明确规定驻留类化妆品中其使用限量为 0.5%,而中国大陆目前尚未明确规定具体使用限量,行业内驻留类产品的常规使用浓度普遍集中在 0.1%~0.5%。国际市场上,鞣花酸已被列入国际化妆品原料命名(INCI)目录,在欧美、日韩等主流化妆品市场中广泛应用。

4.2 技术进展

鞣花酸自身理化缺陷明显:水溶性极差、配方配伍性不足,在常规水基体系中易析出、分层,严重制约其工

业化应用^[3]。同时,鞣花酸对光照、温度及氧气敏感,储存与使用中易氧化降解,导致活性成分损耗、产品功效衰减^[2]。此外,鞣花酸透皮能力弱,单纯原料添加时透皮吸收率低,真皮层有效浓度不足,大幅降低护肤功效利用率^[55]。

针对鞣花酸溶解困难的问题,娄兴维等^[56]通过环糊精包合技术进行改性处理,利用分子空腔结构包裹鞣花酸,显著提升其水溶性与抗氧化能力。为改善鞣花酸的皮肤渗透性,Yang 等^[57]构建了低聚透明质酸修饰的脂质体,其中 5 kDa 修饰体能最大程度提高鞣花酸的皮肤渗透与滞留量,显著扩大其在皮肤中的分布宽度(远超表皮层),具有良好的真皮递送能力。此外,Zhang 等^[58]采用低能乳化法制备的 EA 水包油纳米乳液,显著提高了其水溶性、渗透性及美白效果。

多成分复配也是改善鞣花酸应用短板的重要手段,将鞣花酸与烟酰胺、泛醇、熊果苷或其他植物提取物等成分科学复配,不仅可以协同增效美白、抗氧化、抗炎、修护等功效,还能调节体系极性,辅助改善鞣花酸分散性与稳定性。

5 结语与展望

鞣花酸作为来源广泛、功效明确的天然多酚活性成分,兼具美白、抗氧化、抗炎舒缓、抗紫外及祛痘等多重护肤作用,在化妆品中应用前景广阔,已被多国法规收录并广泛使用。目前其制备以植物提取与生物转化为主,配方技术通过包合、纳米载体与复配增效,已有效改善其溶解性、稳定性与透皮吸收问题。未来应进一步聚焦绿色高效制备、精准递送体系及多成分协同配方研究,持续提升鞣花酸在功效化妆品中的应用水平与产业化价值,推动天然活性成分在护肤领域的创新发展。

参考文献

- [1]Rommel A, Wrolstad R E. Ellagic acid content of red raspberry juice as influenced by cultivar, processing, and environmental factors[J]. Journal of agricultural and food chemistry, 1993, 41(11): 1951-1960.
- [2]骆菊文,蒋新元,徐佳敏,等.鞣花酸的稳定性及其保护研究[J].日用化学工业,2020,50(8):6.
- [3]Nyamba I, Lechanteur A, Semde R, et al. Physical formulation ap-

proaches for improving aqueous solubility and bioavailability of ellagic acid: A review[J]. Eur J Pharm Biopharm, 2021, 159: 198–210.

[4] 刘宇文. 鞣花酸的生产制备工艺研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2015.

[5] Maatta-Riihinen K R, Kamal-Eldin A, Torronen A R. Identification and quantification of phenolic compounds in berries of *Fragaria* and *Rubus* species (family Rosaceae)[J]. J Agric Food Chem, 2004, 52(20): 6178–87.

[6] Williams D J, Edwards D, Pun S, et al. Profiling ellagic acid content: The importance of form and ascorbic acid levels[J]. Food Research International, 2014, 66: 100–106.

[7] Lansky E P. Beware of pomegranates bearing 40% ellagic Acid[J]. J Med Food, 2006, 9(1): 119–22.

[8] Szmagara A, Krzyszcak A, Sadok I, et al. Determination of ellagic acid in rose matrix by spectrofluorimetry[J]. Journal of Food Composition and Analysis, 2019, 78: 91–100.

[9] 吴梦琪, 黄海, 蔡狄宏. 大孔吸附树脂-高速逆流色谱法分离纯化苦水玫瑰花渣中的鞣花酸 [J]. 食品工业科技, 2021, 42(5): 182–187.

[10] 杨笑笑, 邢晓平, 纪白慧, 等. 水解法制备石榴皮鞣花酸工艺研究 [J]. 食品工业科技, 2013, 34(12): 284–288.

[11] Lei Z. Monomeric ellagitannins in oaks and sweetgum[D]. Virginia Polytechnic Institute and State University, 2002.

[12] Lu J, Yuan Q. A new method for ellagic acid production from pomegranate husk[J]. Journal of food process engineering, 2008, 31(4): 443–454.

[13] 王佳慧, 于欣悦, 廖声玲, 等. 树莓中鞣花酸提取工艺的优化 [J]. 中国林副特产, 2017, (4): 14–17.

[14] 郭叶莹, 吴小刚, 陈品品, 等. 石榴皮鞣花酸的超声波-微波协同碱水解提取工艺研究 [J]. 浙江树人大学学报(自然科学版), 2019, 1: 34–38.

[15] Do Khac D, Tran-Van S, Campos A M, et al. Ellagic compounds from *Diplopanax stachyanthus*[J]. Phytochemistry, 1990, 29(1): 251–256.

[16] Wang J, Zhao F, Wu W, et al. Ellagic Acid from Hull Blackberries: Extraction, Purification, and Potential Anticancer Activity[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(20).

[17] Liu Z, Chen Z, Han F, et al. Microwave-assisted method for simultaneous hydrolysis and extraction in obtaining ellagic acid, gallic acid and essential oil from *Eucalyptus globulus* leaves using Brönsted acidic ionic liquid $[\text{HO}_3\text{S}(\text{CH}_2)_4\text{mim}]\text{HSO}_4$ [J]. Industrial Crops and Products, 2016, 81: 152–161.

[18] 屈艳君, 王文慧, 曹家南, 等. 鞣花酸的制备及应用研究进展 [J]. 中国食物与营养, 2022, 28(06): 39–45.

[19] Vatter D A, Shetty K. Ellagic acid production and phenolic antioxidant activity in cranberry pomace (*Vaccinium macrocarpon*) mediated by *Lentinus edodes* using a solid-state system[J]. Process Biochemistry, 2003, 39(3): 367–379.

[20] Robledo A, Aguilera-Carbo A, Rodriguez R, et al. Ellagic acid production by *Aspergillus niger* in solid state fermentation of pomegranate residues[J]. J Ind Microbiol Biotechnol, 2008, 35(6): 507–13.

[21] Moccia F, Flores-Gallegos A C, Chavez-Gonzalez M L, et al. Ellagic Acid Recovery by Solid State Fermentation of Pomegranate Wastes

by *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae*: A Comparison[J]. Molecules, 2019, 24(20).

[22] Sepúlveda L, Laredo-Alcalá E, Buenrostro-Figueroa J J, et al. Ellagic acid production using polyphenols from orange peel waste by submerged fermentation[J]. Electronic Journal of Biotechnology, 2020, 43: 1–7.

[23] Huang W, Li Z, Niu H, et al. Utilization of acorn fringe for ellagic acid production by *Aspergillus oryzae* and *Endomyces fibuliger*[J]. Bioresour Technol, 2008, 99(9): 3552–8.

[24] 王文慧. 生物酶解石榴皮制备鞣花酸的研究 [J]. 江苏: 南京师范大学, 2022.

[25] Huang W, Niu H, Li Z, et al. Optimization of ellagic acid production from ellagitannins by co-culture and correlation between its yield and activities of relevant enzymes[J]. Bioresour Technol, 2008, 99(4): 769–75.

[26] XU J, ZHANG H, LI K. Improved tannic acid oxidation by liquid-gas jet technology for preparation of high purity ellagic acid[J]. Fine Chemicals, 2021, 38(5): 994–1001.

[27] 李素琴, 袁其朋, 徐健梅. 鞣花酸的生理功能及工艺开发研究现状 [J]. 天然产物研究与开发, 2001, 13(5): 71–74.

[28] Yoshimura M, Watanabe Y, Kasai K, et al. Inhibitory effect of an ellagic acid-rich pomegranate extract on tyrosinase activity and ultraviolet-induced pigmentation[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2005, 69(12): 2368–73.

[29] Yang H L, Lin C P, Vudhya Gowrisankar Y, et al. The anti-melanogenic effects of ellagic acid through induction of autophagy in melanocytes and suppression of UVA-activated α -MSH pathways via Nrf2 activation in keratinocytes[J]. Biochem Pharmacol, 2021, 185: 114454.

[30] Shimogaki H, Tanaka Y, Tamai H, et al. In vitro and in vivo evaluation of ellagic acid on melanogenesis inhibition[J]. Int J Cosmet Sci, 2000, 22(4): 291–303.

[31] 张明, 王熨, 杨委, 等. 一种含鞣花酸膏霜的制备及其功效评价 [J]. 香料香精化妆品, 2020 (4): 51–56.

[32] Deepika, Maurya P K. Ellagic acid: insight into its protective effects in age-associated disorders[J]. 3 Biotech, 2022, 12(12): 340.

[33] Kilic I, Yesiloglu Y, Bayrak Y. Spectroscopic studies on the antioxidant activity of ellagic acid[J]. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2014, 130: 447–52.

[34] Zheng Y Z, Fu Z M, Deng G, et al. Free radical scavenging potency of ellagic acid and its derivatives in multiple H^+/e^- processes[J]. Phytochemistry, 2020, 180: 112517.

[35] Dalvi L T, Moreira D C, Andrade R, Jr., et al. Ellagic acid inhibits iron-mediated free radical formation[J]. Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2017, 173: 910–917.

[36] Zeb A. Ellagic acid in suppressing in vivo and in vitro oxidative stresses[J]. Mol Cell Biochem, 2018, 448(1–2): 27–41.

[37] Ding Y, Zhang B, Zhou K, et al. Dietary ellagic acid improves oxidant-induced endothelial dysfunction and atherosclerosis: role of Nrf2 activation[J]. Int J Cardiol, 2014, 175(3): 508–14.

[38] Duckworth C, Stutts J, Clatterbuck K, et al. Effect of ellagic acid and retinoic acid on collagen and elastin production by human dermal fibroblasts[J]. Biomed Mater Eng, 2023, 34(5): 473–480.

- [39]Naghibi N, Sadeghi A, Movahedinia S, et al. Ellagic acid ameliorates aging-induced renal oxidative damage through upregulating SIRT1 and NRF2[J]. BMC Complement Med Ther, 2023, 23(1): 77.
- [40]Gil T Y, Hong C H, An H J. Anti-Inflammatory Effects of Ellagic Acid on Keratinocytes via MAPK and STAT Pathways[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(3).
- [41]BenSaad L A, Kim K H, Quah C C, et al. Anti-inflammatory potential of ellagic acid, gallic acid and punicalagin A&B isolated from *Punica granatum*[J]. BMC complementary and alternative medicine, 2017, 17(1): 47.
- [42]吕广. 鞣花酸对脂多糖诱导的炎症反应的抑制作用和机制研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [43]Wulipan T, Ding W, Sun Y. Inhibition of ellagic acid on lipopolysaccharides-induced inflammatory responses in RAW264. 7 macrophage through TLR4-SRC/MAPK/NF- κ B pathway[J]. Central South Pharmacy, 2024, 22(4): 943-949.
- [44]潘素跃. 赤芍通过 TLR4/NF- κ B 信号通路改善银屑病炎症反应的机制研究[J]. 广东医科大学, 2024.
- [45]Gorgisen G, Ozkol H, Tuluze Y, et al. Silibinin and ellagic acid increase the expression of insulin receptor substrate 1 protein in ultraviolet irradiated rat skin[J]. Biotech Histochem, 2020, 95(8): 641-646.
- [46]Guerrero-Solano J A, Jaramillo-Morales O A, Velazquez-Gonzalez C, et al. Pomegranate as a Potential Alternative of Pain Management: A Review[J]. Plants (Basel), 2020, 9(4).
- [47]Wang Y, Yang S, Liu X, et al. Xiongshao Zhitong granules alleviate nitroglycerin-induced migraine by regulating the TRPV1-mediated NLRP3 inflammatory pathway in rats[J]. Phytomedicine, 2025, 142: 156754.
- [48]方燕玉. 天然活性成分在化妆品中的应用研究[D]. 北京: 北京化工大学, 2008.
- [49]顾宇翔, 成姗, 周泽琳, 等. 鞣花酸的检测及其在化妆品中的应用[J]. 日用化学工业, 2013, 43(2): 144-147.
- [50]Baek B, Lee S H, Kim K, et al. Ellagic acid plays a protective role against UV-B-induced oxidative stress by up-regulating antioxidant components in human dermal fibroblasts[J]. Korean J Physiol Pharmacol, 2016, 20(3): 269-77.
- [51]Lembo S, Balato A, Di Caprio R, et al. The modulatory effect of ellagic acid and rosmarinic acid on ultraviolet-B-induced cytokine/chemokine gene expression in skin keratinocyte (HaCaT) cells[J]. Biomed Res Int, 2014: 346793.
- [52]Moon N R, Kang S, Park S. Consumption of ellagic acid and dihydromyricetin synergistically protects against UV-B induced photoaging, possibly by activating both TGF- β 1 and wnt signaling pathways[J]. J Photochem Photobiol B, 2018, 178: 92-100.
- [53]Muddathir A M, Yamauchi K, Mitsunaga T. Anti-acne activity of tannin-related compounds isolated from *Terminalia laxiflora*[J]. Journal of wood science, 2013, 59(5): 426-431.
- [54]You J, Ji H, Roh K-B, et al. Anti-acne effects of *Castanea crenata* bur extract and identification of active compound[J]. Applied Biological Chemistry, 2022, 65(1): 12.
- [55]Junyaprasert V B, Singhsa P, Jintapattanakit A. Influence of chemical penetration enhancers on skin permeability of ellagic acid-loaded niosomes[J]. Asian journal of pharmaceutical sciences, 2013, 8(2): 110-117.
- [56]娄兴维, 罗志军, 胡鹏刚, 等. 四种 β -环糊精制备鞣花酸包合物的抗氧化性研究[J]. China Brewing, 2020, 39(4).
- [57]Yang X, Miao K, Chen Z, et al. Oligomeric hyaluronic acid-modified liposomes effectively improved skin permeability and anti-ageing activity of ellagic acid[J]. Sci Rep, 2025, 15(1): 27183.
- [58]Zhang H, Zhao Y, Ying X, et al. Ellagic acid nanoemulsion in cosmetics: The preparation and evaluation of a new nanoemulsion method as a whitening and antiaging agent[J]. IEEE Nanotechnology Magazine, 2018, 12(1): 14-20.

Study on the Application of Ellagic Acid in Cosmetics

Hao Peng-chao, Yan Xiu-fang, Qi Fengwei, Qu Xiang-hua*
(Shandong Huawutang Cosmetics Co., Ltd., jinan, Shandong, China 250101)

Abstract : Ellagic acid is a natural polyphenolic dilactone active substance widely distributed in pomegranates, berries, nuts and various medicinal plants, with favorable thermal stability and diverse biological activities. This review systematically summarizes the molecular structure, natural sources and preparation processes of ellagic acid, highlights its core efficacies and mechanisms in cosmetics, including skin whitening, anti-oxidation, anti-inflammation, soothing, anti-ultraviolet and anti-acne effects, and concludes research progress in regulatory safety, formulation technology and application status. It can provide theoretical reference and technical support for the in-depth development and industrial application of ellagic acid in functional cosmetics.

Keywords : ellagic acid; cosmetics; whitening; anti-oxidation