

香露兜叶发酵产物滤液在化妆品中的功效评价

崔伟康¹, 邓燕柠², 王妍², 班育安³, 程建华^{1,2*}

(1. 东莞巨微新材料科技有限公司, 广东东莞, 523000;

(2. 华南协同创新研究院, 广东东莞, 523000;

(3. 广东三好科技有限公司, 广东清远, 511800)

摘 要: 以香露兜叶为原料, 通过微生物发酵的制备工艺获得香露兜叶发酵产物滤液, 并采用体外方法对其进行抗氧化, 抗炎舒缓以及保湿方面的功效测评研究。结果显示, 在香露兜叶发酵产物滤液1% (v/v) 浓度时NQO1、SOD1基因表达与模型对照组比分别上调了112.50%、434.21%, 在2% (v/v) 浓度时分别上调了142.19%、589.47%, 具有显著的抗氧化效果 ($P < 0.01$); 在香露兜叶发酵产物滤液1% (v/v) 浓度时炎症因子IL-6、TNF- α 基因表达与模型对照组比分别下调了29.32%、62.15%, 在2% (v/v) 浓度时分别下调了41.77%、70.72%, 具有显著的抗炎舒缓效果 ($P < 0.01$); 在香露兜叶发酵产物滤液1% (v/v)、2% (v/v) 浓度时水通道蛋白AQP3基因表达与阴性对照组相比分别上调了46%、282%, 具有显著的保湿效果 ($P < 0.01$)。综上所述, 香露兜叶发酵产物滤液在1% (v/v)、2% (v/v) 浓度时具有良好的抗氧化, 抗炎舒缓以及保湿的功效, 可用于皮肤护理领域。

关键词: 香露兜叶发酵产物滤液; 化妆品功效; 抗氧化; 抗炎舒缓; 保湿

作者简介: 崔伟康, 硕士, 研发工程师, 研究方向: 微生物发酵技术与酶制剂工程。

Email: kangmw75@163.com。

***通讯作者简介:** 程建华, 华南理工大学教授级高级工程师, 《中国日化科技》编委, 广东省化妆品协会副会长。研究方向: 合成生物学新型功能绿色材料设计、开发与应用。

E-mail: jhcheng@scut.edu.cn。



崔伟康



程建华

斑斓, 学名香露兜 (*Pandanus amaryllifolius*), 又名斑兰叶、甲抛叶、香兰、班兰、香露兜、班丹等, 多年生草本植物, 露兜树科露兜属, 是露兜树科唯一叶片具有香气的植物^[1-3]。香露兜适应于热带湿润的气候, 主要分布于沿海地区的沼泽地或低海拔地带, 盛产于马来西亚、泰国、印尼等, 是东南亚特有的香料植物, 尤其是马来西亚的“娘惹”文化中, 香露兜叶被加入食物中, 增添食物的清香味^[4,5]。泰国是香露兜的重要栽培区域, 其广泛应用和文化象征性使得该地区成为香露兜的主要出口地之一, 20世纪50年代, 我国华侨从印度尼西亚引进了香露兜, 并在海南等地试种成功^[6,7]。香露兜中富含挥发油、生物碱、多酚、甾醇等活性成分, 具有抗菌、降血糖、抗癌等多种药理活性^[8-14]。现如今, 以香露兜叶片为基源制作的香露兜粉, 已成为制作糕点、冰淇淋、糖果等的纯天然食品原料之一^[15-17]。但在食品领域之外的化妆品领域的应用确鲜有研究, 为了进一步探究香露兜叶中活性营养物质在化妆品领域的应用价值, 本文通过当下最火热技术微生物发酵制备工艺获得香露兜叶发酵产物滤液, 并通过体外功效测评的方式进行评价。

目前, 香露兜叶的提取工艺以热水提取、醇提法、超声波萃取以及CO₂超临界萃取法等现代技术进行提取。热水提取法是实验室和工业中最常用的提取方法, 因为它

简单、方便、安全, 但热水提取时间长、效率低^[18]。醇提法可提取出挥发性成分, 但往往需使用大量的甲醇或乙醇, 不可避免的造成有机溶剂的残留, 形成安全程度低的风险^[19]。超声波可以破坏细胞壁, 导致细胞内物质外流, 从而提高活性成分提取的效率, 但通过机械外力往往会导致活性物的结构破坏^[20-22]。CO₂超临界萃取法具有工艺先进, 提取的活性物质成分及含量也显著增加的优点, 但因其设备价格昂贵, 且大批量工业化生产难的特点, 受到制约^[23]。微生物发酵法因其具有高安全性, 高提取效率以及高便捷适用性, 最几年在化妆品领域的使用深受青睐。因此, 本文通过生物发酵的工艺, 获得香露兜叶发酵产物滤液, 并对其在化妆品中的应用展开功效评价。

本研究采用特定的微生物发酵工艺, 将香露兜叶的活性成分进行微生物的转化, 从而进一步增强生物活性。此外, 本文探究了香露兜叶发酵产物滤液在抗氧化, 抗炎舒缓以及保湿方面的护肤功效, 进而为香露兜叶在化妆品中的精确应用奠定良好的基础, 并提供相关的理论依据。

1. 实验部分

1.1 主要材料、试剂和仪器

香露兜叶发酵产物滤液, 东莞巨微新材料科技有限公

司 (D2024112301); 人角质形成细胞 (HaCaT), 中国医学科学院基础医学研究所细胞资源中心; 小鼠成纤维细胞 3 代 (L929), 武汉普诺赛生命科技有限公司; DMEM 培养基、胎牛血清 (FBS); RNA 提取试剂盒, Magen; 逆转录试剂盒, Takara bio; GAPDH、NQO1、SOD1、IL-6、TNF- α 、AQP3 基因引物, 捷瑞生物科技公司;

SW-CJ-2FD 超净工作台, BIOBASE; Herocell 180 二氧化碳培养箱, Thermo Fisher; 定量 PCR 仪, Thermo Fisher; VeritiPro PCR 逆转录仪, Thermo Fisher; 多功能酶标仪, BioTek; CKX53 倒置荧光显微镜, OLYMPUS;

1.2 实验方法

1.2.1 香露兜叶发酵产物滤液制备工艺

香露兜叶粉碎预处理→过筛除杂→微生物发酵 (酿酒酵母 *Saccharomyces cerevisiae* GDMCC 2.121) →灭活→过滤→香露兜叶发酵产物滤液

1.2.2 NQO1、SOD1 基因表达测试

常规培养细胞, 将细胞悬液接种于 6 孔细胞培养板, 返回培养箱培养 18-24 h。取出培养板, 弃去孔中原培养液, 样品组和模型组加入以 H₂O₂ 作为刺激物的培养液培养 1h, 随后去除 H₂O₂, 样品组加入待测样品, 模型组、阴性对照组加入培养液, 培养箱培养 24h。将各组细胞破碎收集 RNA, 反转录成 cDNA, -80℃ 保存, 最后进行荧光定量 PCR 测定 NQO1、SOD1 基因的表达量, 其引物设计如表 1。

表 1 引物设计

基因	引物
GAPDH-F	GGTGGTCTCCTGACTTCAACA
GAPDH-R	GTTGCTGTAGCCAAATTCGTTGT
NQO1-F	GTTCCCTGAGTGGTTTG
NQO1-R	CATGTCCCC-GTGGATCCCTT
SOD1-F	CGTGGCCTAGCGAGTTAT
SOD1-R	GGCCTTCAGTCAGTCTTT

数据采用 SPSS 进行分析, 并以均值 \pm 标准差表示, 如果 P 考虑差异具有统计学意义。基因表达量以阴性对照组 (Control) 基因表达量为 100%, 计算各组相对基因表达量 (mRNA expression)。

1.2.3 IL-6、TNF- α 基因表达测试

常规培养细胞, 将细胞悬液接种于 6 孔细胞培养板, 返回培养箱培养 18-24h。取出培养板, 弃去孔中原培养液, 待测样品组和模型组加入以 LPS 作为刺激物的培养液、阴性对照组加入培养液, 培养箱培养 6h, 随后去除孔中溶液, 待测样品组加入待测样品, 模型组、阴性对

照组加入培养液, 培养箱培养 24h。将各组细胞破碎收集 RNA, 反转录成 cDNA, -80℃ 保存, 最后进行荧光定量 PCR 测定 IL-6、TNF- α 的表达量, 其引物设计如表 2。

表 2 引物设计

基因	引物
GAPDH-F	CTCCCACTCTCCACCTTCG
GAPDH-R	TTGCTGTAGCCGATTTCATT
IL-6-F	ATAGTCCTTCTACCCCAATTTC
IL-6-R	GATGAATTGGATGGTCTTGGTCC
TNF- α -F	CCACCACGCTTCTGTCTACTG
TNF- α -R	GGGCTACGGGCTGTCTACT

数据采用 SPSS 行分析, 并以均值 \pm 标准差表示, 如果 P 考虑差异具有统计学意义。基因表达量以模型对照组 (Control) 基因表达量为 100%, 计算各组相对基因表达量 (mRNA expression)。

1.2.4 AQP3 基因表达测试

将处于对数期的 HaCaT 细胞接种于 6 孔培养板中 (2×10^5 个细胞/孔), 加入含 10%FBS 的 H-DMEM 培养基, 于 5%CO₂、37℃ 下培养 24h; 吸弃培养液, 空白对照组加入 1mL H-DMEM 培养基, 样品组加入 1mL 对应浓度的香露兜叶发酵产物滤液, 继续培养 24h。培养结束后提取各孔 HaCaT 细胞总 RNA、反转录进行荧光定量 PCR, 其引物设计如表 3。实时荧光定量结果采用 $2^{-\Delta\Delta CT}$ 法进行计算。各组数据以均值 \pm 标准差表示, 应用 SPSS 软件对测试值进行描述性统计。

表 3 引物设计

基因	引物
GAPDH-F	GGTGGTCTCCTGACTTCAACA
GAPDH-R	GTTGCTGTAGCCAAATTCGTTGT
AQP3-F	CAAGGGACCAGTCGGAAAG
AQP3-R	ATGTGAAGCCCCTGAAACA

2. 结果

2.1 香露兜叶发酵产物滤液抗氧化功效评价

对 HaCaT 细胞体外氧化损伤模型中 NQO1、SOD1 基因表达含量的影响

本实验通过使用 H₂O₂ 诱导的角质细胞 HaCaT 作为体外氧化损伤细胞模型, 通过 RNA 提取试剂盒提取细胞中 RNA 并反转录成 cDNA, 最后进行荧光定量 PCR 检测细胞基因的 NADPH: 醌氧化还原酶 1 (NQO1)、超氧化物

歧化酶1 (SOD1) 表达量, 从而评估待测样本的抗氧化作用, 其结果如图1。

在本次试验条件下, 与阴性对照组相比, 模型对照组NQO1 mRNA相对表达量下调了36.63%, 在统计学上具有非常显著的差异 ($P<0.01$), 表明本次实验抗氧化模型建模成功, 实验的反应有较高的可靠性。

与模型对照组相比, 香露兜叶发酵产物滤液在1%测试浓度下NQO1 mRNA相对表达量上调了112.50%, 在统计学上具有非常显著的差异 ($P<0.01$), 具有明显的抗氧化效果; 在2%测试浓度下NQO1 mRNA相对表达量上调了142.19%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 具有明显的抗氧化效果。

以上表明: 香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%测试浓度下具有上调NQO1基因表达的作用, 认为香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%检测浓度具有抗氧化功效。

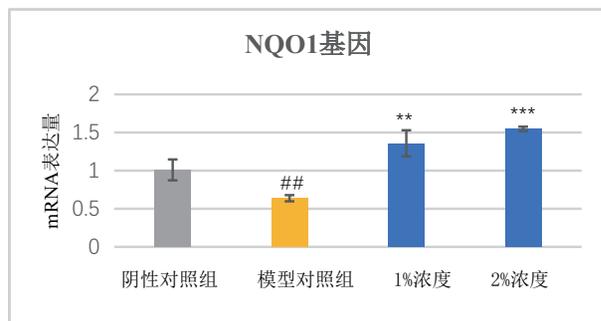


图1 NQO1 mRNA 相对表达量

在本次试验条件下, 与阴性对照组相比, 模型对照组SOD1 mRNA相对表达量下调了62.00%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 表明本次实验抗氧化模型建模成功, 实验的反应有较高的可靠性, 其结果如图2。

与模型对照组相比, 香露兜叶发酵产物滤液在1%测试浓度下SOD1 mRNA相对表达量上调了434.21%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 具有明显的抗氧化效果; 在2%测试浓度下SOD1 mRNA相对表达量上调了589.47%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 具有明显的抗氧化效果。

本实验条件测试下细胞存活率: 1% (v/v) 浓度的细胞存活率为98%, 2% (v/v) 浓度的细胞存活率为95%, 5% (v/v) 浓度的细胞存活率为80%, 因5% (v/v) 浓度毒性较大, 因此, 未做此浓度相关功效测试。

以上表明: 香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%测试浓度下具有上调SOD1基因表达的作用, 认为香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%检测浓度具有抗氧化功效。

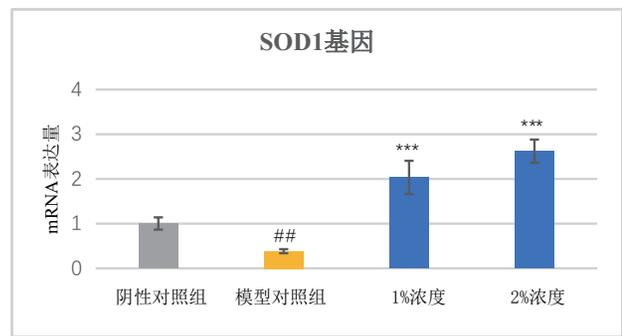


图2 SOD1 mRNA 相对表达量

综上所述, 香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%测试浓度具有上调NQO1、SOD1基因的表达作用, 具有较强的保护细胞免受损伤的能力和显著的化妆品抗氧化功效。

2.2 香露兜叶发酵产物滤液抗炎舒功效评价

对LPS诱导的细胞炎症模型IL-6、TNF- α 中基因相对表达量的影响

本实验通过使用LPS诱导的小鼠成纤维细胞L929作为体外炎症细胞模型, 通过测定炎症因子IL-6 mRNA和TNF- α mRNA相对表达量, 评价受试物是否具有体外抗炎功效。

在本次试验条件下, 与阴性对照组相比, 模型对照组IL-6 mRNA相对表达量上调了149.00%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 表明本次实验抗炎模型建模成功, 实验的反应有较高的可靠性, 其结果如图3。

与模型对照组相比, 香露兜叶发酵产物滤液在1%测试浓度下IL-6 mRNA相对表达量下调了29.32%, 在统计学上具有非常显著的差异 ($P<0.01$), 具有明显的抗炎效果; 在2%测试浓度下IL-6 mRNA相对表达量下调了41.77%, 在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$), 具有明显的抗炎效果。

以上表明: 香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%测试浓度下具有下调IL-6基因表达的作用, 认为香露兜叶发酵产物滤液在1%、2%检测浓度具有抗炎功效。

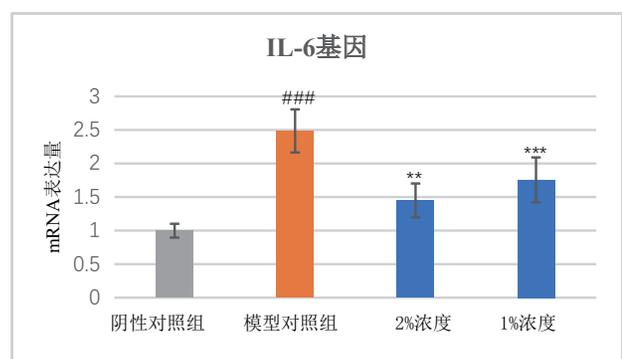


图3 IL-6 mRNA 相对表达量

在本次试验条件下,与阴性对照组相比,模型对照组 TNF- α mRNA 相对表达量上调了 258.42%,在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$),表明本次实验抗炎模型建模成功,实验的反应有较高的可靠性,其结果如图 4。

与模型对照组相比,香露兜叶发酵产物滤液在 1% 测试浓度下 TNF- α mRNA 相对表达量下调了 62.15%,在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$),具有明显的抗炎效果;在 2% 测试浓度下 TNF- α mRNA 相对表达量下调了 70.72%,在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$),具有明显的抗炎效果。

以上表明:香露兜叶发酵产物滤液在 1%、2% 测试浓度下具有下调 TNF- α 基因表达的作用,认为香露兜叶发酵产物滤液在 1%、2% 检测浓度具有抗炎功效。

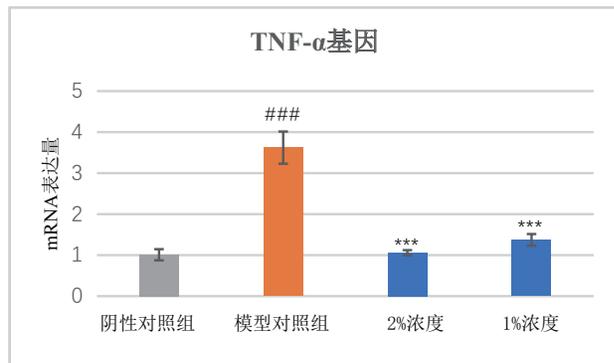


图4 TNF- α mRNA 相对表达量

综上所述,香露兜叶发酵产物滤液在 1%、2% 测试浓度下具有下调 IL-6、TNF- α 基因表达的作用,认为香露兜叶发酵产物滤液在 1%、2% 检测浓度具有化妆品的抗炎舒缓功效。

2.3 香露兜叶发酵产物滤液保湿功效评价

对 HaCaT 细胞中水通道蛋白 AQP3 基因表达含量的影响

水通道蛋白 (AQP3) 为天然保湿因子,保持皮肤细胞间质和细胞内水合水平,在皮肤水化和保湿中起关键作用。通过体外实验检测样品对角质形成细胞 AQP3 基因表达的影响,评估样品是否具有促进保湿的功效,其结果如图 5。

在本次试验条件下,与阴性对照组相比,香露兜叶发酵产物滤液在 1% 测试浓度下 AQP3 mRNA 相对表达量上调了 46%,在统计学上具有显著的差异 ($P<0.01$),具有明显的保湿效果;在 2% 测试浓度下 AQP3 mRNA 相对表达量上调了 282%,在统计学上具有极显著的差异 ($P<0.001$),具有明显的保湿效果。

综上所述,香露兜叶发酵产物滤液在 1%、2% 浓度下具有上调 AQP3 基因表达的作用,具有化妆品的保湿功效。

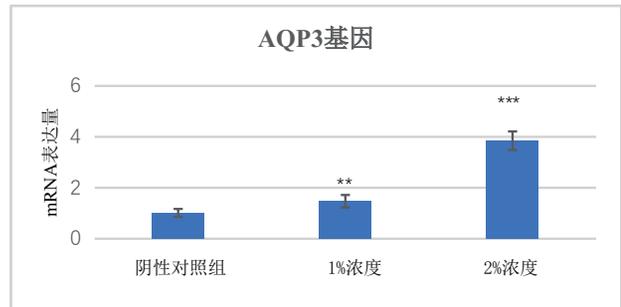


图5 AQP3 mRNA 相对表达量

3. 讨论与结论

3.1 讨论

NQO1 在维持细胞氧化还原平衡和保护细胞免受氧化应激损伤中的起到重要作用, NQO1 在细胞内高效生成 NAD⁺, 对于包括 PARP 和 sirtuins 在内的酶尤其重要。NQO1 是一种保护性抗氧化剂和多功能细胞保护剂,能够调节染色质结合蛋白对癌细胞 DNA 损伤的氧化应激。它通过催化两电子还原反应将醌类化合物还原为氢醌,避免了产生活性半醌中间体,从而减少自由基的生成。超氧化物歧化酶 (Superoxide Dismutase, SOD) 能催化超氧化物阴离子发生歧化作用,生成过氧化氢 (H₂O₂) 和氧气 (O₂),从而减少自由基对细胞的损害,保护机体免受损伤,是生物体内一种重要的抗氧化酶^[24,25]。SOD 具有很强的抗氧化能力,可有效地保护暴露于氧气中的细胞免受氧化损伤,维持细胞内的氧化还原平衡^[26]。本文的香露兜叶发酵产物滤液在 1%(v/v)、2%(v/v) 下可以显著 ($P<0.01$) 提升 NQO1、SOD1 基因的表达,表明香露兜叶发酵产物滤液在维持细胞氧化还原平衡和保护细胞免受氧化应激损伤中起到重要作用。

炎症是临床中最常见的病症之一,是人体为了确保去除有害刺激并修复受损组织的一种防御反应。当人体免疫细胞在受到致炎因子作用时,一些小分子量的、能在细胞间传递信息的、并且具有特异性免疫调节功能的可溶性蛋白质或多肽通过机体本身分泌出来,并能参与或引起炎症反应,这些物质被称为炎症因子,包括 TNF- α 、IL-6、PGE-2、IL-1、TGF- β 1 等。IL-6、TNF- α 、都是炎症反应中重要的细胞活性因子,它们对细胞炎症都有直接或

间接的作用,彼此之间也产生影响^[27-29]。

本文的香露兜叶发酵产物滤液在1%(v/v)、2%(v/v)下可以显著($P < 0.01$)抑制小鼠成纤维细胞 L929 中炎症因子 IL-6、TNF- α 基因的表达,表明香露兜叶发酵产物滤液对细胞间信息的传递与炎症因子的反馈抑制具有直接或间接的作用。

皮肤屏障功能的主要结构基础是最表面角质形成细胞形成的角质层、角质细胞间的脂类、天然保护因子(NMF)等。角质形成细胞通过核分裂、分化、退化直至消失,经由基底层、棘细胞层、颗粒细胞层,最终成为表皮最外层的角质层,形成其独特的多层。角质形成细胞堆砌于细胞间脂类的连续性基质中,形成经典的“砖墙”结构体系。水通道蛋白(Aquaporin, AQP),又名水孔蛋白,是一种位于细胞膜上的蛋白质(内在膜蛋白),在细胞膜上组成“孔道”,可控制水在细胞的进出,就像是“细胞的水泵”一样。水通道蛋白(AQP3)在表皮和基底层表达,为天然保湿因子,保持皮肤细胞间质和细胞内水合水平,可能在皮肤水化和保湿中起关键作用^[30,31]。

本文中的香露兜叶发酵产物滤液在1%(v/v)、2%(v/v)下可以显著($p < 0.01$)促进细胞中 AQP3 基因的表达,表明香露兜叶发酵产物滤液可对细胞间水分的输送和细胞内水合起到促进作用。

3.2 结论

通过本文所述的微生物发酵工艺可获得香露兜叶发酵产物滤液,并对其滤液进行体外功效测试评价。结果表明,香露兜叶发酵产物滤液在1%(v/v)、2%(v/v)浓度条件下可显著提升 HaCaT 细胞中 NQO1、SOD1、AQP3 基因的表达。在浓度 1%、2% 浓度条件下可显著抑制 LPS 诱导的小鼠成纤维细胞 L929 中炎症因子 IL-6、TNF- α 基因的表达。综合表明,香露兜叶发酵产物滤液在化妆品和护肤领域显示出巨大的应用潜力和市场价值,它不仅能够提供抗氧化,抗炎舒缓的功效,还能通过促进水通道蛋白 AQP3 基因的表达,实现皮肤保湿的效果。现如今,随着绿色消费的兴起和中国特色植物资源开发的崛起,功效护肤、天然产物的价值正日益凸显,而香露兜叶作为一种药、食、妆同源具有良好保健及护肤功能的原材料,正越来越受到人们的关注和喜爱。

参考文献

[1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 [M]. 北京:

科学出版社, 1992:23.

[2] 鱼欢、张昂、马永忠,等. 香露兜粉的毒理学评价[J]. 现代食品科技, 2021, 37(9):263-270.

[3] Routray W, Rayaguru K. Chemical Constituents and Post-Harvest Prospects of Pandanus amaryllifolius Leaves: A Review[J]. Food Reviews International, 2010, 26(3): 230-245.

[4] 一帆. 香露兜[J]. 食品与生活, 2021(10): 78-79.

[5] 郭培培、吉训志、秦晓威,等. 不同基因型斑兰叶光合日变化及环境因子的相关性分析[J]. 海南大学学报(自然科学版), 2020, 38(1):52-58.

[6] 宗迎, 吉训志, 秦晓威, 等. 斑兰叶在海南种植的发展前景[J]. 中国热带农业, 2019(6): 15-19, 7.

[7] 赖宣丞, 黄涵, 刘业谊. 香露兜营养价值和加工技术研究进展[J]. 食品工业, 2022, (43)9:342-346.

[8] 任竹君, 王道平, 罗亚男, 等. 香兰叶挥发性成分分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(36): 22307-22308.

[9] 陈小凯, 葛发欢. 香露兜叶挥发油化学成分研究[J]. 中药材, 2014, 37(4): 616-620.

[10] Buttery R G, Ling L C, Mon T R. Quantitative analysis of 2-acetyl-1-pyrroline in rice[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1986, 34(1): 112-114.

[11] Buttery R G, Turnbaugh J G, Ling L C. Contribution of volatiles to rice aroma[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1988, 36(5): 1006-1009.

[12] Routray W, Rayaguru K. Chemical constituents and postharvest prospects of Pandanus amaryllifolius leaves: a review[J]. Food Rev Int, 2010, 26:230-245.

[13] Saenthaweek S, Naowaboot J, Somparn N. Pandanus amaryllifolius leaf extract increases insulin sensitivity in highfat diet-induced obese mice[J]. Asian Pac J Trop Biomed, 2016, 6(10):866-871.

[14] Chiabchalard A, Nooron N. Antihyperglycemic effects of Pandanus amaryllifolius Roxb. leaf extract[J]. Pharmacogn Mag, 2015, 11(41):117-122.

[15] 宗迎, 谷凤林, 卢少芳, 等. 一种香叶冰淇淋及其制备方法: 中国, CN102948579A [P]. 2013-03-06.

[16] 赵建平, 宗迎, 谭乐和, 等. 一种香味糖果的制作方法: 中国, CN100571529C [P]. 2009-12-23.

[17] 陈少金. 一种斑斓叶香芝士蛋糕: 中国, CN103229809A[P]. 2013-08-07.

[18] Teng L C, Shen T C, Goh S H. The flavoring compound of the leaves of Pandanus amaryllifolius[J]. Economic Botany, 1979, 33(1): 72-74.

[19] 黄艳丽, 陈思平, 郭培培, 等. 7种不同提取方式对香露兜挥发性成分的影响[J]. 天然产物研究与开发, 2020, 32: 1582-1591.

[20] 陈新蕾, 阮萍. 香露兜叶提取物抗氧化与辐射效应影响[J]. 基因组学与应用生物学, 2018, 37(10): 4533-4539.

[21] Ashley K, Andrews R N, Cavazos L, et al. Ultrasonic extraction as a sample preparation technique for elemental analysis by atomic spectrometry[J]. Journal of Analytical Atomic Spectrometry, 2001, 16(10): 1147-1153.

- [22] 黄少婵. 色谱-质谱联用技术在内分泌干扰物分析中的应用研究[D]. 华南理工大学, 2010, 1:26-34.
- [23] 陈小凯, 史庆龙, 张湘东, 等. 香露兜叶超临界 CO₂ 萃取工艺研究及成分分析[J]. 中药材, 2022, 45(5):1207-1211.
- [24] 周箫. 氟暴露诱导星形胶质细胞氧化应激水平与 α -突触核蛋白表达变化及其对 NQO1-NQO1/HO-1 信号通路影响的机制研究[D]. 贵州医科大学, 2024.
- [25] 孙立慧, 于泳. 番茄红素通过上调 NQO1-Ho-1/Nqo1 蛋白表达治疗幽门螺杆菌相关慢性萎缩性胃炎[J]. 中国微生态学杂志, 2023, 35(09):993-1000.
- [26] 谢泽晨, 刘雯怡, 张昊, 等. 辣椒碱对脂多糖攻毒仔猪肠道抗氧化功能的影响[J]. 畜牧与兽医, 2024, 56(11):37-42.
- [27] Lei XH, Bao M, Zhen HN. Effect of TNF- α on expression of connective tissue growth factor in rat lung fibroblasts[J]. Chin J Biochem Pharm (中国生化药物杂志), 2010, 31:340-342.
- [28] Shi ZR. Expression of IL-2, IL-8, NF- α and MMP-9 in stable phase of chronic obstructive pulmonary disease[J]. Chin J Biochem Pharm(中国生化药物杂志), 2010, 31:422-423.
- [29] Lei XH, Bao M, Zhen HN. Effect of TNF- α on expression of connective tissue growth factor in rat lung fibroblasts[J]. Chin J Biochem Pharm (中国生化药物杂志), 2010, 31:340-342.
- [30] 陈默, 赵亚, 孙懿. 金钗石斛, 麦冬及其复配提取物对皮肤保湿相关基因表达的影响[J]. 香料香精化妆品, 2021, 000(001):43-48.
- [31] 冯冰, 唐庆九, 马来记. 金耳多糖酸降解产物的保湿功效研究[J]. 日用化学品科学, 2015(9):3.

Evaluation of the Efficacy of Filtrate from Fermentation Product of Pandanus Amaryllifolius Roxb. Leaves in Cosmetics

Cui Wei-kang¹, Deng Yan-ning², Wang Yan², Ban Yu-an³, Cheng Jian-hua^{1,2}

(1. Dongguan Juwei New Material Technology Co., Ltd., Dongguan, Guangdong, 523000;

2. South China Institute of Collaborative Innovation, Dongguan, Guangdong, 523000;

3. Guangdong 3INS Technology Co., Ltd., Qingyuan, Guangdong, 511800)

Abstract : Pandanus amaryllifolius leaves were used as raw materials to obtain filtrate by fermented extract through microbial fermentation process. The antioxidant, anti-inflammatory soothing and moisturizing effects of filtrate from fermentation product of Pandanus amaryllifolius Roxb. leaves were evaluated using in vitro methods. The results showed that at a concentration of 1% (v/v) of the filtrate, the expression of NQO1 and SOD1 genes was upregulated by 112.50% and 434.21%, respectively, compared with the model control group. And at 2% (v/v), they were upregulated by 142.19% and 589.47% respectively, showing significant antioxidant effects ($P < 0.01$). In addition, at 1% (v/v) of the filtrate, the expression of inflammatory factors IL-6 and TNF- α genes was downregulated by 29.32% and 62.15%, respectively, compared with the model control group. And at 2% (v/v), they were downregulated by 41.77% and 70.72% respectively, showing significant anti-inflammatory soothing effects ($P < 0.01$). While the concentrations of 1% (v/v) and 2% (v/v) of filtrate from fermentation product of Pandanus amaryllifolius Roxb. leaves, compared with the negative control group, the expression of aquaporin AQP3 gene was upregulated by 46% and 282%, respectively, showing significant moisturizing effects ($P < 0.01$). In conclusion, filtrate from fermentation product of Pandanus amaryllifolius Roxb. at concentrations of 1% (v/v) and 2% (v/v) has good antioxidant, anti-inflammatory soothing and moisturizing effects, and can be used in the field of skin care.

Keywords : fermentation product of Pandanus amaryllifolius Roxb. leaves; cosmetic efficacy; antioxidants; anti-inflammatory and soothing; moisturizing

