

芦荟粉的植物化学筛选及 DPPH 自由基清除活性

Muhammad Khalid Saeed, Naseem Zahra*, Syed Hussain Imam Abidi, Qurat-ul-Ain Syed

巴基斯坦科学与工业研究实验室综合体食品与生物技术研究中心 巴基斯坦

【摘要】天然产物来自不同的植物，被认为是生物活性化合物的潜在来源。这些生物活性化合物的药理和治疗特性仍然是研究的主题。芦荟是一种美容、药用和观赏植物，是一种生长在世界热带和亚热带地区的多年生肉质草本植物。它被认为是一种在药用史上具有巨大益处的神奇植物。它的药用特性使其在健康方面具有诸多价值。在本研究中，使用 DPPH 测定法研究了芦荟粉的甲醇和水提取物的植物化学筛选和体外抗氧化活性。本研究的结果表明，干物质为 2.65%，含水量为 97.35%。抗氧化活性测试结果显示，水提取物的抑制率 (DPPH) 为 10.23-35.80，而甲醇提取物的抑制率在 20-100 µg/ml 浓度下为 12.84-44.96，并与相同浓度的标准合成抗氧化剂 BHT 进行了比较。在 100 µg/mL 浓度下，水提取物的 IC₅₀ (µg/ml) 为 175，甲醇提取物的 IC₅₀ 为 134。初步植物化学分析表明，提取物含有酚类、黄酮类、生物碱、单宁、醌、糖苷、碳水化合物、皂苷、萜类、叶绿素和蛋白质。本研究表明，芦荟是一种很有前景的植物化学物质和天然抗氧化剂植物。

【关键词】芦荟；DPPH 测定；抗氧化活性；植物化学筛选

【收稿日期】2025 年 4 月 13 日

【出刊日期】2025 年 6 月 13 日

【DOI】10.12208/j.ijbor.20250004

Phytochemical screening and DPPH free radical scavenging activity of aloe vera (aloe barbadensis miller) powder

Muhammad Khalid Saeed, Naseem Zahra*, Syed Hussain Imam Abidi, Qurat-ul-Ain Syed

Food and Biotechnology Research Centre, Pakistan Council of Scientific and Industrial Research
Laboratories Complex, Ferozepur Road, Pakistan.

【Abstract】 Natural products are obtained from different plants and are considered a potential source of biologically active compounds. The pharmacological and therapeutic properties of these bioactive compounds remain the subject of research. Aloe vera is a cosmetic, medicinal and ornamental plant and it is a perennial succulent herb that grows in tropical and subtropical regions of the world. It is considered as a magical plant which has vast benefits in medicinal history. Its medicinal properties make it worthy for so many health aspects. In this study, phytochemical screening and in-vitro antioxidant activity of methanol and water extracts of Aloe vera powder was investigated using the DPPH assay. The results of the present study indicated that the dry matter was 2.65% and the water content was 97.35%. The results of antioxidant activity revealed that water extracts exhibited % inhibition (DPPH) 10.23-35.80, while methanol extracts exhibited 12.84-44.96 at concentrations of 20-100 µg/ml and was compared with standard synthetic antioxidant BHT at same concentration. IC₅₀ (µg/ml) for the water extract was 175, and 134 for the methanol extract at 100 µg/mL. Preliminary phytochemical analysis indicated that the extract contained phenols, flavonoids, alkaloids, tannins, quinone, glycosides, carbohydrates, saponins, terpenoids, chlorophyll and proteins. The present study publicized that *Aloe vera* is a promising plant for phytochemicals and natural antioxidants.

【Keywords】 Aloe vera; DPPH assay; Antioxidant activity; Phytochemical screening

*通讯作者: Naseem Zahra

注: 本文于 2022 年发表在 International Journal of Food Science and Agriculture 期刊 6 卷 3 期, 为其授权翻译版本。

1 介绍

药用植物如今比以往任何时候都受到更多关注，因为它们有可能为社会和人类带来无数益处，尤其是在医学和药理学领域。近年来，大量文献提供了确凿的证据，证明植物及其提取物在各种病理情况下具有药理学前景^[1]。这为寻找新的治疗方法或原创活性药物提供了重要来源，并有望解决困扰人类数百年的疾病。

过去几十年来，人们一直致力于开发针对癌症、关节炎、糖尿病、心血管疾病等多种疾病的有效疗法。对抗疗法药物价格昂贵，且对人体健康有严重的副作用。因此，从医疗保健的角度来看，草药疗法势在必行。世界各地使用的许多传统药物都以植物为原料，其中芦荟是其主要成分^[2]。各种天然产品正在被制备，其活性成分也已在临床试验中得到测试。过去几十年来，由于天然资源对健康的益处，人们对其的依赖日益增加。

芦荟是一种灌木状、早生、多汁、多年生、豌豆绿色植物。它类似仙人掌，主要生长在亚洲、非洲、美洲和欧洲的干旱地区^[3]。芦荟具有在干燥环境中生存的倾向，迄今为止已鉴定出 500 个品种^[4]。它可能起源于阿拉伯半岛，并可能随着商队穿越其原产地而传播到地中海地区^[5]。

芦荟因其美容、保健、护肤和药用功效而被广泛用于世界各地^[6]。它是抵御各种生物感染的天然战士，也是一种强效抗氧化剂。芦荟还有助于缓解胃灼热、消化问题、哮喘、关节炎、糖尿病、压力、风湿痛、癌症和艾滋病。芦荟凝胶中含有可用于化妆品的葡甘露聚糖。凝胶中还含有具有抗炎作用的缓激肽酶^[7]。

芦荟也是糖尿病患者的最佳选择^[8]。它具有抗菌^[9]、抗肿瘤^[10-11]、促进伤口和烧伤愈合^[12]的功效。它含有抗氧化剂，可以增强细胞完整性。

芦荟还含有蒽醌，具有通便作用，有助于粘液分泌，保护肠道内壁^[13]。芦荟是最好的保湿剂，有助于舒缓干燥的皮肤。它还有助于避免皮肤起皱，并具有抗痤疮的功效^[14]。图 1 给出了芦荟植株。

氧化是生物体产生能量的生物方式，其结果是产生活性氧，这可能导致衰老和许多疾病，如癌症、炎症和退化^[15-16]。

芦荟还含有多种植物化学物质，包括黄酮类化合物和多酚，有助于预防氧化应激^[17-18]。植物化学物质的氧化特性可以通过抑制自由基来清除。

本研究计划确定芦荟粉在甲醇和水提取物中的抗氧化活性以及植物化学物质的筛选。

表 1 给出了芦荟的类别、化合物及其特性的摘要。

表 1 Aloe vera 的类别、化合物和性质回顾

类别	化合物	特性
蒽醌/蒽醌	芦荟大黄素、肉桂酸酯、大黄素、芦荟酸、蒽酚、异芦荟苷和芦荟苷	芦荟素和大黄素具有镇痛、抗菌和抗病毒作用
碳水化合物	乙酰化甘露聚糖、纯甘露聚糖、葡半乳甘露聚糖、乙酰化葡甘露聚糖、半乳半乳聚糖、半乳聚糖、果胶质、纤维素、木聚糖、阿拉伯半乳聚糖、半乳葡糖阿拉伯甘露聚糖	新型抗炎和抗过敏特性
色酮	Neosalosin A, 8-C-葡萄糖基-(2'-O-肉桂基)-7-O-甲基二醇 A, 异芦荟树脂 D、8-C-葡萄糖基-(S)-芦荟醇、异芦荟色酮、8-C-葡萄糖基-7-O-甲基芦荟二醇 A、8-C-葡萄糖基-诺鲁金宁、8-C-葡萄糖基-7-O-甲基芦荟二醇	抗炎化合物
酶	淀粉酶、碱性磷酸酶、缓激酶、过氧化氢酶、超氧化物歧化酶、氧化酶、羧化酶、羧肽酶、环氧酶、环氧合酶、脂化酶、磷酸烯醇式丙酮酸	相关化合物有助于分解脂肪和糖，并减少皮肤炎症
无机化合物	氯、铜、铬、钠、钙、钾、磷、锰、铁、镁、锌	它们具有抗氧化特性，并能处理各种酶的功能，它们对于正常
激素	生长素和赤霉素	这些有助于伤口愈合过程和抗炎特性
蛋白质	凝集素和类似物质	它们具有抗炎、抗菌和防腐特性
维生素	维生素 B12、A、C、叶酸和 E、胆碱	这些具有抗氧化特性

2 材料和方法

2.1 植物材料的收集和清洗

芦荟植株采集自拉合尔地区 PCSIR 实验室, 用自来水冲洗去除污垢, 然后在 40-50 摄氏度的电烤箱中烘干, 直至植株所有部分完全干燥。干燥后的植株材料用电动搅拌机粉碎成细粉, 并储存在聚乙烯袋中, 并贴上标签。然后采用^[19]中所述的标准方法制备不同的提取物。

2.2 植物材料及提取物制备

将 10g 粉碎的根粉与 400ml 蒸馏水和甲醇在烧杯中充分混合, 并在加热板上加热至 30°C-40°C。持续搅拌 20 分钟, 直至混合物完全混合。用 Whatmann 滤纸过滤滤液, 用于进一步研究^[20]。

2.3 水分和干物质含量

芦荟水分含量测定采用^[21]描述的方法。

干物质含量 (%) = $100 - \text{水分含量} (\%)$

含水量 (%) = $\{ (w_1 - w_2) / w_1 \} \times 100$

其中; w_1 = 干燥前的样品重量

其中; w_2 = 干燥后的样品重量



图 1 芦荟植物及其切片

2.4 植物化学测试程序

新鲜制备的芦荟提取物进行了各种成分的植物化学分析, 例如酚类、黄酮类、生物碱、单宁、类固醇、醌、糖苷、碳水化合物、皂苷、萜类、反萜、叶

绿素和蛋白质^[22-27]。

2.4.1 单宁测试

将 2ml 甲醇提取物和 2ml 蒸馏水混合, 加入几滴氯化铁溶液 (5% w/v)。有绿色沉淀形成, 表明含有单宁。

2.4.2 皂苷检测

将 5ml 甲醇提取物与 5ml 蒸馏水放入试管中, 剧烈摇晃并加热, 形成稳定的泡沫, 表明其中含有皂苷。

2.4.3 叶绿素检测

将 2ml 甲醇提取物加入 2ml 盐酸 (1%) 中, 煮沸。红色沉淀表明存在叶绿素。

2.4.4 黄酮类化合物检测

将 1ml 甲醇提取物加入 1ml 醋酸铅 (10%) 溶液中, 有黄色沉淀生成, 表明其中含有黄酮类化合物。

2.4.5 蒽醌检测

Borntrager 试验: 取 3ml 甲醇提取物与 3ml 苯, 充分摇匀后过滤, 向滤液中加入 5ml 氨水 (10%) 溶液, 充分摇匀, 氨相 (下部) 呈粉红色、红色或紫色, 表明含有蒽醌。

2.4.6 萜类化合物检测

将 2ml 氯仿与 2ml 提取物混合, 蒸干。加入 2ml 浓硫酸, 加热 2 分钟。灰色显色证实了萜类化合物的存在。

2.4.7 类固醇测试

将 2ml 提取物与 2ml 氯仿混合, 然后加入 2ml 浓硫酸。氯仿下层显红色, 表明有类固醇存在。

2.4.8 生物碱测试

将 3ml 1% 盐酸溶液加入 3ml 甲醇提取物中, 置于蒸汽浴上。加入 Wagner 试剂和 Mayer 试剂。沉淀物形成浑浊, 表明存在生物碱。

2.4.9 碳水化合物测试

Molisch 试验: 将 2ml Molisch 试剂加入 3ml 甲醇提取物中。充分摇匀。小心地将 2ml 浓硫酸加入试管中。连接处出现紫色环, 表明存在碳水化合物。

2.4.10 糖苷测试

Liebermann 试验: 将 2ml 氯仿和 2ml 乙酸小心地加入 2ml 提取物中。颜色由紫色变为蓝色再变为绿色, 表明出现了类固醇核心。

2.4.11 酚类物质检测

将 2mL 2% 氯化铁溶液与提取物混合。黑色或蓝

绿色表示存在酚类物质。

2.4.12 蛋白质测试

茚三酮试验：取 0.2%茚三酮溶液 2ml，与芦荟粉甲醇提取物一起煮沸，若出现紫色，则表明有氨基酸和蛋白质存在。

2.5 通过 DPPH（二苯基-2-苦基肼）自由基清除试验进行抗氧化研究

使用 DPPH 测定提取物的抗氧化活性，采用 Brand-Williams, 1995^[28]描述的方法，并进行了一些改动^[29]。将 2.9mLDPPH（甲醇中 0.004%）加入到 0.1mL 提取溶液（100-500μg/mL）中，快速摇晃混合均匀。将混合物静置 30 分钟。使用紫外-可见分光光度计（1700，日本 Shimadzu）在 517nm 处测量所得溶液混合物的吸光度。结果以自由基 DPPH 的抑制百分比表示。抗氧化活性可通过以下公式计算：

$$\text{抗氧化活性}\% = 1 - [A_{\text{样品}} / A_{\text{对照}}] \times 100$$

2.6 统计分析

采用描述性统计数据分析所有生成的数据^[30]，计算平均值和标准差等统计值。

3 结果与讨论

3.1 水分和干物质含量

如图 2 所示，新鲜芦荟叶的水分和干物质含量分别为 97.35%和 2.65%。结果表明，芦荟含有粘液，因此富含水分，可以保持其水分。目前的研究结果证实，芦荟植物叶主要由 97.40-99.50%的水组成。该结果与^[31]的研究相似，其中水和干物质含量分别为 97%和 3%。本研究的结果也相同，其中干物质

2.47%，水分含量 97.53%。由于各种原因，准确测定水分含量仍然是分析程序中的基本和重要因素。由于水是一种廉价的负载，因此测定水的总量对芦荟产品的生产非常有益。总固体与水分分析后剩余的干物质相同^[32]。

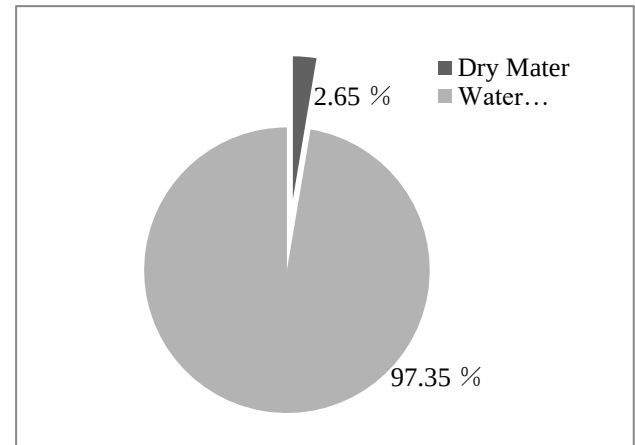


图 2 芦荟粉(干物质)的回收率

3.2 芦荟粉的植物化学筛选

芦荟植物堪称自然界的奇迹，能够合成数百种具有不同代谢功能的化合物。大多数植物物种中都已鉴定出多种具有潜在生物活性的植物化学物质（次生代谢产物）。本研究表 1 列出了芦荟提取物的基础植物化学筛选结果。结果表明，提取物含有酚类、黄酮类、生物碱、皂苷、单宁、萜类、糖苷、醌、叶绿素、碳水化合物和还原糖。本研究结果与 Ashour^[33]的研究结果一致。这些代谢产物已知具有生物活性^[34-36]。

表 2 芦荟粉的植物化学成分

序号	植物化学成分	定性结果
1	黄酮类化合物	++
2	酚类	++
3	萜类化合物	++
4	生物碱	+
5	糖苷	+
6	单宁	+
7	皂苷	+
8	蒽醌	++
9	糖类	+++
10	蛋白质	+++
11	叶绿素	+++
12	类固醇	--
13	挥发油	--

少量+; 中等量++; 大量+++; 未检测到--

3.3 使用 DPPH 测定法测定抗氧化活性

芦荟提取物的抗氧化活性。该方法依赖于抗氧化剂存在下 DPPH 的减少, 以及 DPPH 颜色根据抗氧化剂浓度从紫色逐渐变为黄色, 这通过吸光度的降低来表示^[37]。芦荟甲醇和水提取物的 DPPH 抑制率如图 3 和图 4 所示。在 20-100 $\mu\text{g/ml}$ 的浓度下, 水

提取物的抑制率 (DPPH) 为 10.23-35.80, 而甲醇提取物的抑制率 (DPPH) 为 12.84-44.96, 略低于标准合成抗氧化剂 BHT。这些结果表明, DPPH 清除率与芦荟粉提取物的浓度相关。这些抑制率高于 Waris 等人, 2018 年^[38]的抑制率, 他们描述的在相同浓度 100 $\mu\text{g/ml}$ 下抑制率(DPPH)为 24 ± 0.7 。

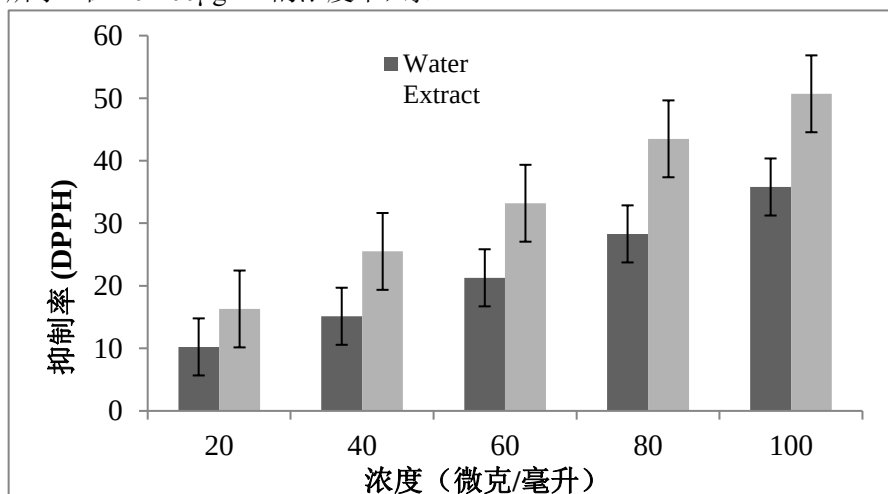


图 3 芦荟粉水提取物的抑制率 (DPPH)

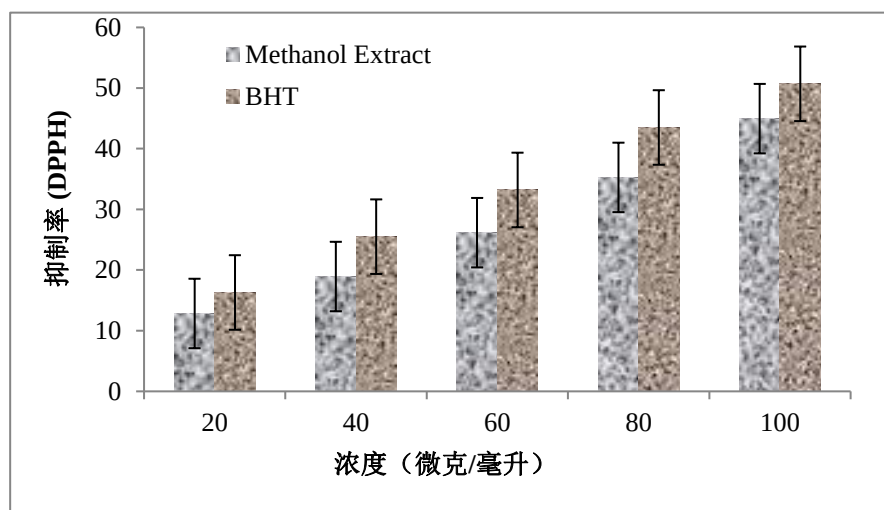


图 4 芦荟粉甲醇提取物的抑制率 (DPPH)

3.4 抑制浓度 (IC_{50})

抑制浓度(IC_{50})参数也用于阐明 DPPH 过程的结果。 IC_{50} 实际上是实现 50%DPPH 抑制的提取物浓度。它与清除能力成反比, 表示减少 50%自由基所需的抗氧化剂量。提取物的 IC_{50} 值越小, 其抗氧化活性越高。水提取物的 $\text{IC}_{50}(\mu\text{g/ml})$ 在 100 $\mu\text{g/mL}$ 时为 175, 甲醇提取物的 $\text{IC}_{50}(\mu\text{g/ml})$ 为 134。这些结果与 $\text{IC}_{50}\mu\text{g/ml}=142.34$ 和 100 $\mu\text{g/mL}$ 时抑制率为

38 ± 0.8 的结果一致。芦荟粉的抗氧化特性可能归因于称为“金属硫蛋白”的抗氧化蛋白。这种蛋白质能清除羟基自由基, 并抑制超氧化物歧化酶和谷胱甘肽过氧化物酶的活性^[39]。已有研究指出, 植物的抗氧化特性源于芦荟粉中含有的萜烯类化合物、黄酮类化合物、皂苷类化合物和多酚类化合物。大多数植物中存在的多酚和黄酮类化合物是其具有自由基清除作用的原因^[40-41]。

4 结论

芦荟提取物中含有生物碱、黄酮类化合物、类固醇、碳水化合物、皂苷和其他植物化学成分。芦荟植物已被用于治疗心肌病、糖尿病、皮肤烧伤等多种疾病。该植物的药用功效可能与这些检测到的生物活性化合物有关。因此,根据其生物活性化合物,该植物应可用于多种药用领域。这些提取物还具有优异的 DPPH 清除活性。这些数据表明,这些提取物是良好的天然抗氧化剂来源。

5 作者贡献

M. Khalid Saeed 博士和 Naseem Zahra 博士负责研究并撰写了文章。Syed Hussain Abidi 博士和 Qurat-ul-Ain Syed 博士负责指导并完成了研究。

6 利益竞争声明

作者对于本手稿中所示的工作没有利益冲突。

参考文献

- [1] Faheem, I. P., Gopalakrishna, B., Mohsina, F. P., and Priya, S. (2021). Antioxidant activity of leaves and bark extracts of *Crataeva magna* plant. *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 5(1), 001-008.
- [2] David, B., Wolfender, J. L., and Dias, D. A. (2015). The pharmaceutical industry and natural products: historical status and new trends. *Phytochemistry Reviews*, 14(2), 299-315.
- [3] Ahlawat, K. S. and Khatkar, B. S. (2011). Processing, food applications and safety of aloe vera products: a review. *Journal of food science and technology*, 48(5), 525-533.
- [4] Itrat, M. and Zarnigar, K. (2013). Aloe vera: a review of its clinical effectiveness. *International Research Journal of Pharmacy*, 4(8), 75-79.
- [5] Grace, O. M., Buerki, S., Symonds, M. R., Forest, F., van Wyk, A. E., Smith, G. F., ... and Rønsted, N. (2015). Evolutionary history and leaf succulence as explanations for medicinal use in aloes and the global popularity of Aloe vera. *BMC evolutionary biology*, 15(1), 1-12.
- [6] Babu, S. N. and Noor, A. (2020). Bioactive constituents of the genus Aloe and their potential therapeutic and pharmacological applications: A review. *J Appl Pharm Sci*, 10(11), 133-145.
- [7] Hutter, J. A., Salman, M., Stavinoha, W. B., Satsangi, N., Williams, R. F., Streeper, R. T., and Weintraub, S. T. (1996). Antiinflammatory C-glucosyl chromone from Aloe barbadensis. *Journal of natural products*, 59(5), 541-543.
- [8] Rajasekaran, S., Ravi, K., Sivagnanam, K., and Subramanian, S. (2006). Beneficial effects of Aloe vera leaf gel extract on lipid profile status in rats with streptozotocin diabetes. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 33(3), 232-237.
- [9] Capasso, F., Borrelli, F., Capasso, R., Carlo, G. D., Izzo, A. A., Pinto, L., ... and Longo, R. (1998). Aloe and its therapeutic use. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 12(S1), S124-S127.
- [10] Winters, W. D., Benavides, R., and Clouse, W. J. (1981). Effects of aloe extracts on human normal and tumor cells in vitro. *Economic botany*, 35(1), 89-95.
- [11] Kim, H. S., Kacew, S., and Lee, B. M. (1999). In vitro chemopreventive effects of plant polysaccharides (Aloe barbadensis Miller, Lentinus edodes, Ganoderma lucidum and Coriolus versicolor). *Carcinogenesis*, 20(8), 1637-1640.
- [12] Chithra, P., Sajithlal, G. B., and Chandrakasan, G. (1998). Influence of Aloe vera on the glycosaminoglycans in the matrix of healing dermal wounds in rats. *Journal of ethnopharmacology*, 59(3), 179-186.
- [13] Rahmani, A. H., Aldebasi, Y. H., Srikar, S., Khan, A. A., and Aly, S. M. (2015). Aloe vera: Potential candidate in health management via modulation of biological activities. *Pharmacognosy reviews*, 9(18), 120.
- [14] West, D. P. and Zhu, Y. F. (2003). Evaluation of aloe vera gel gloves in the treatment of dry skin associated with occupational exposure. *American Journal of Infection Control*, 31(1), 40-42.
- [15] Samad, N. B., Debnath, T., Jin, H. L., Lee, B. R., Park, P. J., and Lim, B. O. (2013). Antioxidant activity of Benincasa hispida seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 37, 388-395.
- [16] Arunachalam, K., Parimelazhagan, T., and Saravanan, S. (2011). Phenolic content and antioxidant potential of Sarcostigma kleinii Wight. & Arn. *Food and agricultural*

- Immunology, 22(2), 161-170.
- [17] Saeed, M. K., Zahra, N., Rukhsar, T., Ijaz, A., Muhammad, A., Imran, K., Shahid, M., and Alim, N. (2018). Assessment of nutritional facts and antioxidant efficacy of clove (*Syzygium aromaticum* L.) collected from Lahore, Pakistan in water and methanol extracts. *International Research Journal of Biological Sciences*, 7(4), 13-16.
- [18] Debnath, T., Park, P. J., Nath, N. C. D., Samad, N. B., Park, H. W., and Lim, B. O. (2011). Antioxidant activity of *Gardenia jasminoides* Ellis fruit extracts. *Food Chemistry*, 128(3), 697-703.
- [19] Schäfer, H. and Wink, M. (2009). Medicinally important secondary metabolites in recombinant microorganisms or plants: progress in alkaloid biosynthesis. *Biotechnology Journal: Healthcare Nutrition Technology*, 4(12), 1684-1703.
- [20] Akerele, J. O., Obasuyi, O., Ebomoyi, M. I., and Oboh, I. E. (2008). Antimicrobial activity of the ethanol extract and fractions of the seeds of *Garcinia kola* Heckel (Guttiferae). *African Journal of Biotechnology*, 7(2).
- [21] Benzidia, B., Barbouchi, M., Hammouch, H., Belahbib, N., Zouarhi, M., Erramli, H., ... and Hajjaji, N. (2019). Chemical composition and antioxidant activity of tannins extract from green rind of *Aloe vera* (L.) Burm. F. *Journal of King Saud University-Science*, 31(4), 1175-1181.
- [22] Bista, R., Ghimire, A., and Subedi, S. (2020). Phytochemicals and antioxidant activities of *Aloe Vera* (*Aloe barbadensis*). *Journal of Nutritional Science and Healthy Diet*, 1(1), 25-36.
- [23] Mazid, M., Khan, T. A., and Mohammad, F. (2011). Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants. *Biology and medicine*, 3(2), 232-249.
- [24] Samy, R. P., Ignacimuthu, S., & Raja, D. P. (1999). Preliminary screening of ethnomedicinal plants from India. *Journal of Ethnopharmacology*, 66(2), 235-240.
- [25] Parekh, J., Karathia, N., and Chanda, S. (2006). Evaluation of antibacterial activity and phytochemical analysis of *Bauhinia variegata* L. bark. *African Journal of Biomedical Research*, 9(1).
- [26] Harborne, A. J. (1998). *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. Springer science & business media.
- [27] Sofowora, A. (1996). *Medicinal plants and traditional medicine in Africa*. Karthala.
- [28] Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., and Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- [29] Saeed, M. K., Ahmad, I., Hina, S., Zahra, N., and Kalim, I. (2021). Physico-chemical Analysis, Total Polyphenolic Content and Antioxidant Capacity of Yellow Dye Extracted from *Curcuma longa*. *Biological Sciences-PJSIR*, 64(1), 25-29.
- [30] Olawuyi, J. F. (1996). *Biostatistics: A foundation course in health sciences*. Ibadan Nigeria: Tunji Alabi printing Company, 110-117.
- [31] Ahmed, M. and Hussain, F. (2013). Chemical composition and biochemical activity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) leaves. *Int. J. Chem. Biochem. Sci*, 3, 29-33.
- [32] Nielsen, S. S. (2017). "Food Analysis" (5th ed.). Springer New York.
- [33] Ashour, R. M., Okba, M. M., Menze, E. T., and El Gedaily, R. A. (2019). *Eucalyptus sideroxylon* bark anti-inflammatory potential, its UPLC-PDA-ESI-qTOF-MS profiling, and isolation of a new phloroglucinol. *Journal of chromatographic science*, 57(6), 565-574.
- [34] Sani, I., Abdulhamid, A., and Bello, F. (2014). *Eucalyptus camaldulensis*: Phytochemical composition of ethanolic and aqueous extracts of the leaves, stem-bark, root, fruits and seeds. *Journal of scientific and innovative Research*, 3(5), 523-526.
- [35] Patel, D. K., Patel, K., and Dhanabal, S. P. (2012). Phytochemical standardization of *Aloe vera* extract by HPTLC techniques. *Journal of Acute Disease*, 1(1), 47-50.
- [36] Brewer, M. S. (2011). Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 10(4), 221-247.
- [37] Saeed, M. K., Zahra, N., Abidi, S. H., Syed, Q., Firdous, S., and Riaz, A. (2022). In Vitro Assessment of the Free

- Radical Scavenging Activity, Proximate and GC-MS analyses of Essential and Fixed oil of *Nigella sativa* from Pakistan. *Journal of Biotechnology & BioResearch*, 3(3), 000565, 1-5.
- [38] Byeon, S. W., Pelley, R. P., Ullrich, S. E., Waller, T. A., Bucana, C. D., and Strickland, F. M. (1998). Aloe barbadensis extracts reduce the production of interleukin-10 after exposure to ultraviolet radiation. *Journal of investigative dermatology*, 110(5), 811-817.
- [39] Takshak, S. and Agrawal, S. B. (2019). Defense potential of secondary metabolites in medicinal plants under UV-B stress. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 193, 51-88.
- [40] Debnath, T., Ghosh, M., Lee, Y. M., Nath, N. C. D., Lee, K. G., and Lim, B. O. (2018). Identification of phenolic constituents and antioxidant activity of Aloe barbadensis flower extracts. *Food and Agricultural Immunology*, 29(1), 27-38.
- [41] Waris, Z., Iqbal, Y., Arshad Hussain, S., Khan, A. A., Ali, A., and Khan, M. W. (2018). 19. Proximate composition, phytochemical analysis and antioxidant capacity of Aloe vera, Cannabis sativa and Mentha longifolia. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 7(3), 1122-1130.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS