

## 综述文章

深入分析亚洲棕榈树 (*Borassus flabellifer*) 中的营养保健品—花叶昔和硼砂昔的结构和功能

Christine Thevamirtha Alexis Thayaparan<sup>1</sup>, Sweety Angela Kuldeep<sup>1</sup>, Supriya Dewanjee<sup>1</sup>, Esha Kazi<sup>1</sup>, Sarjana Tharmalingam<sup>1</sup>, Premnath Dhanaraj<sup>2</sup>, Mosae Selvakumar Paulraj<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Science and Math Program, Asian University for Women, Chittagong 4000, Bangladesh

<sup>2</sup> Department of Biotechnology, Karunya Institute of Technology and Sciences, Coimbatore 641114, Tamil Nadu, India

\* 通讯作者: Mosae Selvakumar Paulraj, p.selvakumar@auw.edu.bd

**摘要:** 棕榈栽培是一种可持续生计, 人们利用棕榈的价值来构建自己的生活方式。亚洲棕榈树 (*Borassus flabellifer*) 富含重要的生物大分子, 尤其是花叶昔 (flabelliferins) 和硼砂昔 (borassosides), 因此可提供大量营养和保健产品。花叶昔存在于棕榈果实、块茎和花序中, 硼砂昔存在于花序中。目前已提取出 14 种花叶昔 (其中只有 9 种结构已知) 和 6 种硼砂昔。花叶昔 F-II 可减少肠道对葡萄糖的吸收, 具有抗糖尿病和抗厌食症的作用。花叶昔 FB 具有抗菌作用, 是 SARS-CoV 主蛋白酶、SARS-CoV 主蛋白酶和人体细胞跨膜丝氨酸蛋白酶的抑制剂, 而硼砂昔 E 则具有抗真菌作用。其他花叶昔和硼砂昔的结构和功能还有待进一步研究。

**关键词:** 亚洲棕榈; 亚洲棕榈树; 硼砂昔; 花叶昔; 营养保健品; 棕榈栽培

## 1. 引言

棕榈, 植物学名 *Borassus flabellifer*, 隶属棕榈科, 亚科 Boracidae<sup>[1]</sup>。Borassus 属有五种植物: *Borassus aethiopum*、*Borassus akeassii*、*Borassus flabellifer* Linn.、*Borassus heineanus* 和 *Borassus madagascariensis*<sup>[2]</sup>。由于含有一些重要的生物大分子, 棕榈具有很多药用和营养价值。棕榈果实具有利尿、抗氧化、抗菌、通便、伤口愈合和免疫调节作用。它还可用于防治蠕虫病和炎症, 并有助于防止营养不良<sup>[3]</sup>。成熟的果实富含维生素 A、B1、B2、B3、B6、C、D3、E 和 K、茄红素、单宁、糖类、甾体皂昔和酚类化合物<sup>[4]</sup>。巴尔米拉棕榈的各个部分, 从果实、叶子、树干到树液等, 世世代代都被用作食物、住所和药材。目前, 鲜为人知的物质—花叶昔和硼砂昔因其治疗潜力而备受关注。正如其植物学名称所示, 花叶昔和硼砂昔是存在于巴尔米拉棕榈树不同部位的一些主要化合物, 它们被发现具有显著的生物活性, 因此成为很有前景的营养保健品, 如图 1 所示。它们具有独特的化学结构和生物活性。

本文重点概述了花叶昔和硼砂昔的结构特征和功能特性。根据其化学特性和分子结构, 它们有可能成为有效的营养保健品。此外, 还重点介绍了它们的提取和分离方法、生物活性, 以及在制药、营养保健品和食品行业中的应用范围和挑战。



图 1. 巴尔米拉树的不同部位都含有花叶苷和硼砂苷分子。

Figure 1. Different parts of the palmyra tree have the molecule flabelliferins and borassosides.

## 2. 分类和来源

花叶苷(Flabelliferin)是属于甾体皂苷类的生物大分子。Flabelliferin这个名字来源于物种名 *flabellifer*。可以从 *Borassus flabellifer* (成熟果实、块茎、花序) 和海绵 *Cateriospongia flabellifera*<sup>[5-8]</sup> 中提取不同类型的花叶苷。1994年,首次从巴尔米拉棕榈果肉中鉴定出两种花叶病毒素分子,并命名为F-I和F-II。该研究发现, F-II是造成果肉苦味的原因,而F-I的苦味较轻<sup>[9]</sup>。另一项研究表明,可以从棕榈果肉中提取另外三种类型的花叶苷: F<sub>B</sub>和F<sub>C</sub>花叶苷(三糖苷)、花叶苷F<sub>D</sub>(二糖苷)<sup>[10]</sup>。因此,从棕榈果肉中提取的花叶苷主要有五种(F-I、F-II、F<sub>B</sub>、F<sub>C</sub>、F<sub>D</sub>)。

婆罗苷是一种螺烷,属于甾体皂甙类<sup>[11]</sup>。这些分子可以从 *Borassus flabellifer* 的雄花序、 *Trillium govanianum* 的根茎、 *Dracaena marginata* 中提取<sup>[12-14]</sup>。从 *Borassus flabellifer* 中已鉴定出许多物质,如硼砂苷A至F、尿嘧啶、烟酰胺、2,3,4-三羟基-5-甲基苯乙酮和(17)-23-(E)-dammara-20,23-二烯-3,25-二醇<sup>[15]</sup>。

## 3. 萃取和分离技术

迄今为止,已有不同的技术用于分离花叶苷。选择性溶剂萃取法是根据碳水化合物分子来分离花叶苷的<sup>[16]</sup>。薄层色谱法有助于鉴别不同品种的花叶苷。研究发现,中压液相色谱法可有效分离5种花叶病毒素,包括F<sub>D</sub>、F<sub>E</sub>、F<sub>F</sub>和F<sub>N</sub>,该方法成本低、省时、高效,可分离所有类型的花叶病毒素。直接分离法可分离出六种花叶苷(F-II、F<sub>B</sub>、F<sub>C</sub>、F<sub>D</sub>、F<sub>E</sub>、F<sub>F</sub>)<sup>[17]</sup>。此外,溶剂梯度柱色谱法和色谱仪也用于分离<sup>[18]</sup>。

此外,如图2所示,帕米拉果肉的脱苦可以采用传统的果肉加热方法,也可以采用柚皮苷酶(一种来自十日青霉菌的 $\beta$ -葡萄糖苷酶和 $\beta$ -鼠李糖酶的混合物)或Termamayl(一种从地衣芽孢杆菌中提取的热稳定的 $\alpha$ -淀粉酶)进行酶脱苦、或Termamayl(一种从地衣芽孢杆菌中提取的热稳定性 $\alpha$ -淀粉酶),它也能使粗苦味素提取物(含黄连素I和II)脱苦。它通过去除F-II来去除苦味。研究还发现,

这些酶还能去除抗菌的花叶苷 (F<sub>B</sub>)，这有助于产生两种新的非苦味花叶苷，这些花叶苷存在于巴尔米拉 (Palmyra) 的根部<sup>[9,19]</sup>。研究发现，含有柚皮苷酶的去核果肉营养丰富，有助于小鼠体重增加。

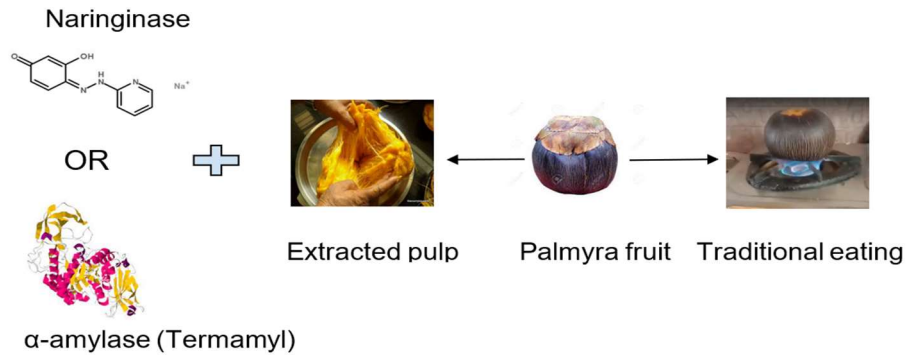


图 2. 巴尔米拉果肉的生化和物理脱菌过程。  
**Figure 2.** The biochemical and physical debittering processes of the Palmyra fruit pulp.

为了提取和分离硼砂苷，通常会混合使用色谱技术和溶剂萃取程序。第一步通常是溶解硼砂苷或含有硼砂苷的植物材料，如 *Borassus flabellifer* 的雄花序。首先将它们浸泡或浸入甲醇或乙醇等有机溶剂中<sup>[20]</sup>。婆罗昔是最终粗提取物中包含的一组不同化学物质之一。

为了提纯这些物质，通常会采用柱层析等方法。这种方法可以根据硼糖苷的不同特征将其分离出来<sup>[21]</sup>。要想获得高纯度的硼砂苷用于研究或工业生产，可能需要进一步的色谱法或结晶法。

### 4. 结构特点

图 3 中突出显示的所有棕榈树都发现其甾体成分为 β-山甾醇。在 14 种花叶苷中，只有 5 种花叶苷的结构得到了鉴定<sup>[18,22]</sup>。

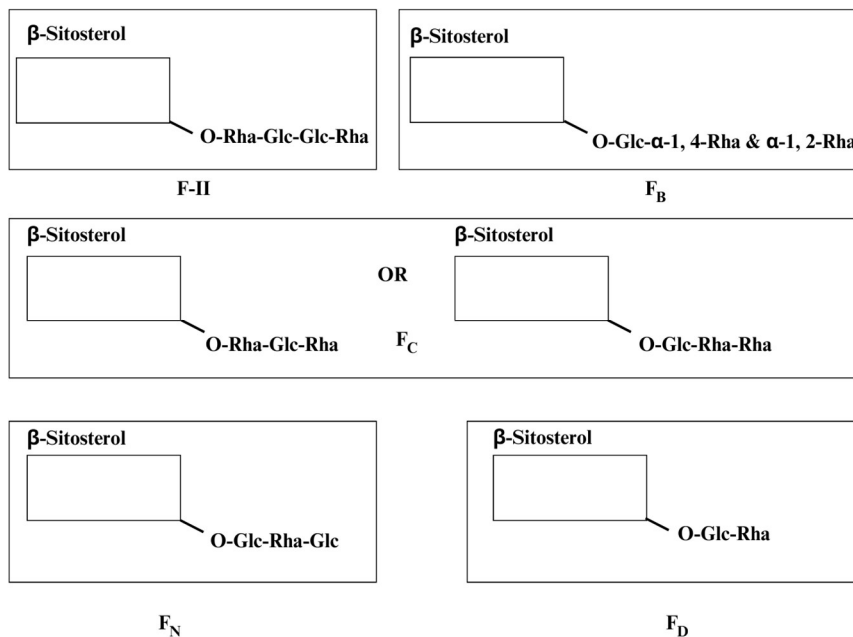


图 3. 巴尔米拉棕榈中主要花叶苷的结构。  
**Figure 3.** Structures of the main flabelliferins present in Palmyra palm.

苦味黄连素即黄连素 II，是一种具有两个葡萄糖残基和两个鼠李糖残基的四苷<sup>[9]</sup>。甲基化分析发现，该分子的碳水化合物链没有支链。金铃子苷 B 是一种具有一个葡萄糖残基和两个鼠李糖残基的支链四糖苷，是迄今为止发现的唯一一种支链金铃子苷<sup>[18]</sup>。

如图 4 所示，雄花的甲醇提取物中发现有六种硼烷苷（新的螺烷类甾体皂苷）A、B、C、D、E 和 F<sup>[20]</sup>。在给大鼠喂食蔗糖的过程中，观察到花叶蝙蝠蛾雄花的甲醇提取物可防止血清葡萄糖水平升高。

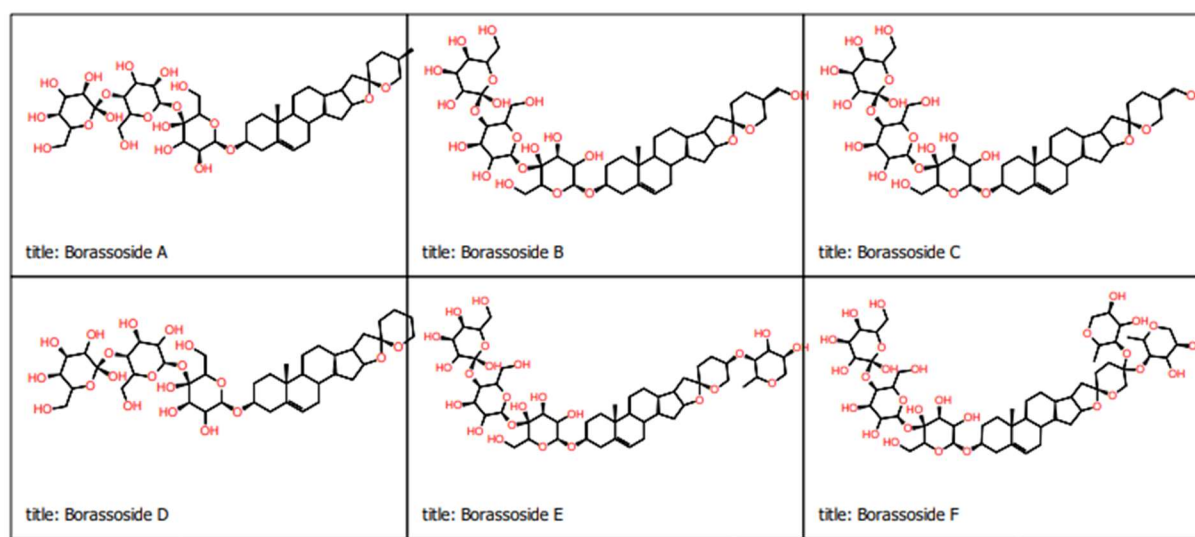


图 4. 棕榈中硼砂苷的结构。

Figure 4. Structures of the borassosides present in Palmyra palm.

## 5. 花叶苷的生物活性

研究发现，从棕榈果中提取的不同类型的花叶苷具有一些重要的生物活性。同时，棕榈果肉中的疏水分子（类胡萝卜素）增加了花叶苷的生物活性，特别是降低了 F-II 的 ATP 酶抑制作用，增强了 F<sub>B</sub> 的抗菌活性<sup>[23]</sup>。目前已分离出 14 种花叶苷<sup>[18]</sup>。一项在小鼠身上进行的研究表明，从巴尔米拉果肉中提取的花叶苷 F-II 具有抗肥胖和抗糖尿病的特性。另据报道，它还能通过抑制肠腔对葡萄糖的吸收来降低葡萄糖挑战时的血糖<sup>[24]</sup>。此外，F-II 还具有抑制肠道 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> 泵的潜力，在吸收后阶段，它能降低高血糖。这一特性对 2 型糖尿病患者非常有帮助<sup>[18]</sup>。FB flabelliferin 具有抗菌作用，可抑制真菌如酿酒酵母菌、黑曲霉和其他一些细菌菌株，包括铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯氏菌、大肠杆菌、地衣芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌、表皮葡萄球菌、变形杆菌和醋酸酵母菌<sup>[18]</sup>。表 1 揭示了不同类型的花叶苷及其生物活性。研究发现，棕榈粉中的黄纤维素可能是登革热蚊子伊蚊的杀幼虫剂，它被怀疑是黄纤维素 F<sub>C</sub><sup>[25]</sup>。

最近的一项研究表明，从 *Borassus flabellifer* 中提取的 flabelliferin B 具有抑制 SARS-CoV 主要蛋白酶的潜力，并可作为 COVID-19 主要蛋白酶的抑制剂。在本研究的硅学分析中，分析了六种植物化学物质，分别是花叶苷、桔梗苷、胡椒碱、乌头碱、姜黄素和白花花青素。奈非那韦、雷米替韦和羟氯喹三种药物化合物被用作阳性对照。研究了对一种 SARS-CoV-2 病毒蛋白酶 COVID-19 主蛋白酶（SARS CoV-2, 3CLpro/Mpro）、两种冠状病毒蛋白酶 SARS-CoV 主蛋白酶（SARS CoV Mpro）、SARS-CoV 主蛋白酶（SARS CoV 3CLpro）和一种人体细胞跨膜丝氨酸蛋白酶（TMPRSS2）的抑制活性。与阳性对照药物和其他分子相比，花叶苷对 SARS-CoV 主要蛋白酶的抑制潜力要好得多。此

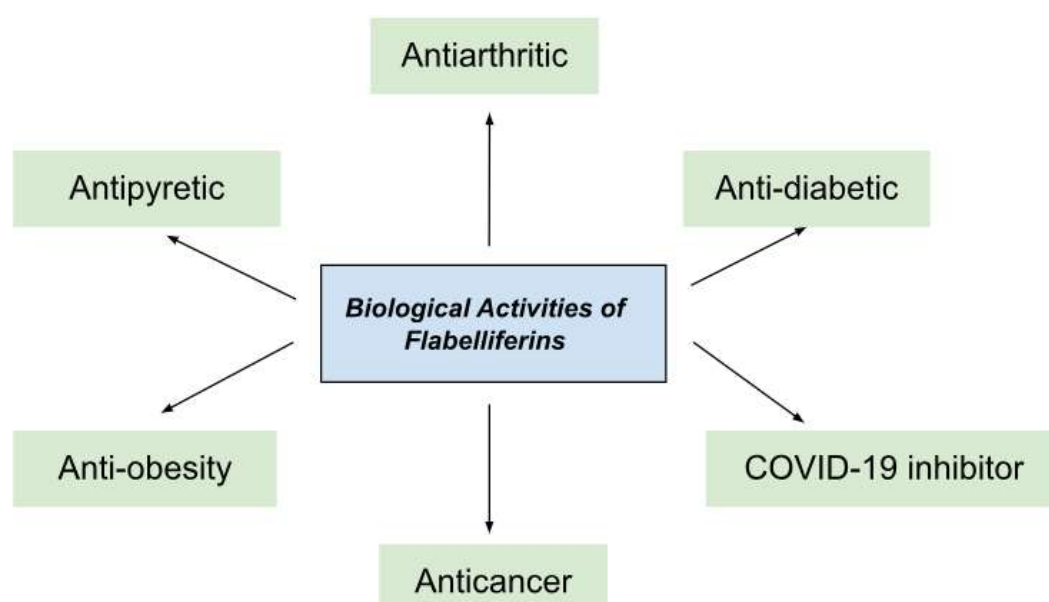
外, 研究还发现, 在该研究测试的其他分子中, 花叶苷是 COVID-19 主要蛋白酶的**第二好抑制剂**, 也是人体细胞跨膜丝氨酸蛋白酶的潜在抑制剂。该研究进一步表明, 通过进一步的临床研究, 花叶苷和该研究中分析的其他分子可用作治疗 COVID-19 的药物<sup>[26]</sup>。

**表 1.** 不同类型的花叶苷及其生物活性。  
**Table 1.** Different types of flabelliferins and their bioactivities.

Type	Description	Molecular formula	Bioactivity
F-I	Tetraglucoside	-	Not reported
F-II	Tetraglucoside	$\beta$ Sitsosterol-O-Rha-Glc-Glc-Rha	Reduces intestinal glucose uptake, anti-diabetic, and anti-obesitic
F <sub>B</sub>	Triglycoside	$\beta$ Sitsosterol-O-Glc- $\alpha$ -1, 4-Rha and $\alpha$ -1, 2-Rha	Antimicrobial, inhibitor for SARS-CoV main proteinase, SARS-CoV main protease and human cellular transmembrane serine proteinase
F <sub>C</sub>	Triglycoside	$\beta$ Sitsosterol-O-Rha-Glc-Rha or $\beta$ Sitsosterol-O-Glc-Rha-Rha	Not reported
F <sub>N</sub>	Triglycoside	$\beta$ Sitsosterol-O-Glc-Rha-Glc	Not reported
F <sub>D</sub>	Diglycoside	$\beta$ Sitsosterol-O-Glc-Rha	Not reported
F <sub>E</sub>	Diglycoside	-	Not reported
F <sub>F</sub>	Monorhamnoside	-	Not reported
F <sub>G</sub>	Monoglucoside	-	Not reported

\*Another five flabelliferins have been extracted in very small amounts. However, no studies have been conducted on their structures and bioactivities yet.

关于硼砂苷的生物活性, 目前只有少数几项研究。在硼砂苷的各种药用活性中, 如图 5 所示, 一项研究报告指出, 硼砂苷具有抗真菌作用, 尤其是硼砂苷 E<sup>[20]</sup>。硼砂苷 E 具有抑制氧化猝灭的活性<sup>[13]</sup>。表 2 揭示了不同类型的硼砂苷及其生物活性。



**图 5.** 花叶苷的各种药用活性。

**Figure 5.** The various medicinal activities of flabelliferins.

表 2. 不同类型的硼砂苷及其生物活性。  
Table 2. Different types of borassosides and their bioactivities.

Type	Molecular formula	Structure	Bioactivity
Borassoside A	C <sub>45</sub> H <sub>72</sub> O <sub>16</sub>	yamogenin 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucopyranoside	Not reported
Borassoside B	C <sub>45</sub> H <sub>72</sub> O <sub>18</sub>	23 $\alpha$ ,27-dihydroxydioscin	Not reported
Borassoside C	C <sub>45</sub> H <sub>72</sub> O <sub>18</sub>	23 $\alpha$ ,27-dihydroxyyamogenin 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-glucopyranoside	Not reported
Borassoside D	C <sub>39</sub> H <sub>62</sub> O <sub>12</sub>	aglycone and diglycoside	Not reported
Borassoside E	C <sub>45</sub> H <sub>72</sub> O <sub>16</sub>	dioscin and yamogenin 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)- $\beta$ -D-glucopyranoside	Oxidative burst suppressive Antifungal
Borassoside F	C <sub>51</sub> H <sub>82</sub> O <sub>20</sub>	diosgenin 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside, and yamogenin 3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 4)-[ $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)]- $\beta$ -D-glucopyranoside	Not reported

## 6. 研究范围与挑战

棕榈栽培为棕榈树的种植、利用和可持续生活铺平了道路<sup>[4,27,28]</sup>。对棕榈树两种不可或缺的生物大分子—花叶苷和硼砂苷的化学和生物学方面的了解，进一步扩大了对棕榈树不同部位的药用和营养价值的探索范围。尽管已经进行了大量的研究来寻找不同的花叶苷和硼砂苷结构，但我们对其整个化学成分的了解仍然不足。在已发现的 14 种花叶苷中，有 5 种花叶苷的结构尚未得到研究，8 种花叶苷的生物活性尚未得到测试。迄今为止，只对一种硼砂苷的生物活性进行了研究。因此，未来的研究人员必须更加关注这些领域，这将有助于在棕榈中发现更多的药用和营养价值。此外，在药理学和生理学评估的支持下，这些信息将有助于确定其全部的营养保健潜力。

就制药业而言，对这些生物分子的深入研究有助于开发抗炎和抗氧化药物。然而，严格遵守临床试验结果和优化是至关重要的。从营养保健品的角度来看，亚洲棕榈树 (*Borassus flabellifer*) 有可能成为一种紧俏的保健品。为此，需要对其生物利用率和合规性进行监测。此外，在食品工业中，如果将其用作有助于满足健康营养需求的功能性配料，则具有很大的发展空间。同样，消费者的偏好和监管要求也可能带来挑战。

## 7. 结论

巴尔米拉棕榈是一种天然的药用植物，人们已经对该树不同部位的重要化学成分进行了大量研究，其中包括花叶苷和硼砂苷。对这些化合物的研究既复杂又有潜力。已经提取了不同类型的花叶苷和硼砂苷；其中一些结构已经确定，还有一些结构尚未明确。虽然人们一直在努力了解其化合物的复杂性，但在这方面只取得了表面上的发现，还有更多的东西有待发掘。有关这些分子生物活性的研究数量有限。对花叶苷和硼砂苷的广泛研究有可能带来重大科学发现。由于它们在结构上的独特性，其营养保健意义将得到加强。为了开展进一步的研究，必须确定棕榈中的所有花叶苷和硼砂苷的结构。了解这些分子的生物医学价值将有助于在不久的将来开发治疗药物。这一举措不仅有助于充分释放棕榈的医药潜力，还将为科学探索开辟道路。通过这些信息和创新疗法，人类的健康和生活方式将受到深远影响。

## 致谢

特别感谢 Asian University for Women、Palmyrah Development Board (PDB)、Bangladesh Sugar Crop Research Institute (BSRI)、Panaiyaanmai-The Centre for Self-reliance and sustainable development 以及 Munnetram Green Industries, Kadayam, Tamilnadu 在棕榈树栽培研究方面提供的支持。我们感谢所有棕榈树战士（也被称为棕榈树攀爬工/椰汁采摘工），感谢他们自力更生的生活方式和生态友好的社区生活，以实现可持续发展，并感谢他们在利用和保护亚洲巴尔米拉树方面所付出的辛勤努力。PMSK 感谢 Naam Tamilar Katchi 和 Govt. of Tamil Nadu 在 Panaiyaanmai（棕榈文化）的发展和棕榈树保护方面的持续参与。

## 利益冲突

作者声明没有利益冲突。

## 参考文献

1. Jamkhande PG, Suryawanshi VA, Wattamwar AS, Barde SR. *In vitro* anthelmintic efficacy of *Borassus flabellifer* Linn. (Palmae) against *Pheretima posthuma*. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* 2014; 4(S1): S199–S203. doi: 10.1016/S2222-1808(14)60439-4
2. Schoch CL, Ciufo S, Domrachev M, et al. NCBI taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. *The Journal of Biological Database and Curation* 2020; 2020: baaa062. doi: 10.1093/database/baaa062
3. Mariselvam R, Ighnachimuthu SJ, Selvakumar PM. Review on the nutraceutical values of *Borassus flabellifer* Linn. *Journal of Pharmaceutics and Drug Research* 2020; 3(1): 268–271.
4. Varadaraju C, Paulraj MS, Selvan GT, et al. An insight into Asian Palmyra palm fruit pulp: A fluorescent sensor for Fe<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> ions. *Materials Today Proceedings* 2021; 47(3): 747–750. doi: 10.1016/j.matpr.2020.06.532
5. Diyabalanage T, Ratnayake R, Bokesch HR, et al. Flabelliferins A and B, sesterterpenoids from the South Pacific sponge *Carteriospongia flabellifera*. *Journal of Natural Products* 2012; 75(8): 1490–1494. doi: 10.1021/np3003518
6. Keerthi AAP, Ekanayake S, Premakumara GAS. A new cytotoxic flabelliferin from palmyrah (*Borassus flabellifer* L.) flour. *Journal of National Science Foundation of Sri Lanka* 2009; 37(4): 269–271. doi: 10.4038/jnsfsr.v37i4.1474
7. Nikawela JK, Abeysekera AM, Jansz ER. Flabelliferins-steroidal saponins from palmyrah (*Borassus flabellifer* L.) fruit pulp I. Isolation by flash chromatography, quantification and saponin related activity. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 1998; 26(1): 9–18. doi: 10.4038/jnsfsr.v26i1.3080
8. Nikawela JK, Wijeyaratne SC, Jansz ER, Abeysekera AM. Flabelliferins, steroidal saponins from Palmyrah (*Borassus flabellifer* L.) fruit pulp II Preliminary investigations of effect on yeast and selected bacteria. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 1998; 26(2): 141–150. doi: 10.4038/jnsfsr.v26i2.3563
9. Jansz ER, Nikawela JK, Gooneratne J, Theivendirarajah K. Studies on the bitter principle and debittering of Palmyrah fruit pulp. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1994; 65: 185–189. doi: 10.1002/jsfa.2740650210
10. Nikawela JK, Jansz ER, Baekstrom P, et al. Flabelliferins of naringinase debittered palmyrah fruit pulp. *Vidyodaya Journal of Science* 2000; 9: 79–86.
11. Gummadi VP, Battu GR, Keerthana Diyya MS, Manda K. A review on palmyra palm (*Borassus flabellifer*). *International Journal of Current Pharmaceutical Research* 2016; 8(2): 17–20.
12. Rezgui A, Mitaine-Offer AC, Pertuit D, et al. Steroidal saponins from *Dracaena marginata*. *Natural Product Communications* 2013; 8(2): 157–60. doi: 10.1177/1934578X1300800205
13. Sandhya S, Kommu S, Banji D, Knv R. Pharmacognostical standardization of *Borassus flabellifer* root. *Annals of Biological Research* 2010; 1(4): 85–94.
14. Ur Rahman S, Adhikari A, Ismail M, et al. Beneficial effects of *Trillium govanianum* rhizomes in pain and inflammation. *Molecules* 2016; 21(8): 1095. doi: 10.3390/molecules21081095
15. Saravanan VS, Shanmugalingam V, Srithayalan S. Pharmacological activities of *Borassus flabellifer* L. extracts and isolated compounds. *International Journal of Innovative Research and Reviews* 2021; 5(2): 23–31.
16. Ariyasena DD, Jansz ER. The carbohydrate moieties of some flabelliferins (steroidal saponins) of palmyrah fruit pulp. *Vidyodaya Journal of Science* 2006; 13: 75–82.

17. Ariyasena DD. *The Diversity, Bioactivity and Structural Studies of Flabelliferins from Palmyrah (Borassus flabellifer L.) Fruit Pulp* [Master's thesis]. The University of Sri Jayawardenepura; 2002.
18. Uluwaduge DI, Thillainathan K. *Palmyrah Research in Sri Lanka: A Way Forward*. The Open University of Sri Lanka; 2018. doi: 10.13140/RG.2.2.16244.60805
19. Jansz ER, Wickremasekara NT, Sumuduni KAV. A review of the chemistry and biochemistry of seed shoot flour and fruit pulp of the palmyrah palm (*Borassus flabellifer* L.). *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 2002; 30(1&2): 61–87. doi: 10.4038/jnsfsr.v30i1-2.2562
20. Yoshikawa M, Xu F, Morikawa T, et al. Medicinal flowers. XII.<sup>1)</sup> New spirostane-type steroid saponins with antidiabetogenic activity from *Borassus flabellifer*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin (Tokyo)* 2007; 55(2): 308–316. doi: 10.1248/cpb.55.308
21. Singh PP, Suresh PK, Anmol, Sharma U. New steroidal saponins from rhizomes of *Trillium govanianum*: Gram scale isolation and acetylcholinesterase inhibitory activity evaluation. ChemRxiv; 2022. doi: 10.26434/chemrxiv-2022-qxprq
22. Selvakumar PM, Thanapaul RJRS. An insight into the polymeric structures in Asian palmyra palm (*Borassus flabellifer* Linn). *Organic Polymer Material Research* 2021; 2(2): 16–21. doi: 10.30564/opmr.v2i2.2639
23. Uluwaduge I, Keerthi AAP, Senadheera SN, Jansz ER. Studies on the natural hydrophobic binders of flabelliferins and their effect on some bioactivities. *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 2005; 33(3):187–191. doi: 10.4038/jnsfsr.v33i3.2324
24. Ariyasena DD, Jayasekara S, Jansz ER, Abeysekera AM. Effect of Palmyrah (*Borassus flabellifer* L.) fruit pulp on weight gain of mice. *Vidyodaya Journal of Science* 2000; 9: 97–103.
25. Keerthi AAP, Ekanayake S, Jansz ER. Larvicidal effects of a flabelliferin saponin from palmyrah flour on dengue mosquito *Aedes* sp. *Journal of National Science Foundation of Sri Lanka* 2007; 35(2): 133–138. doi: 10.4038/jnsfsr.v35i2.3678
26. Umadevi P, Manivannan S, Fayad AM, Shelvy S. In silico analysis of phytochemicals as potential inhibitors of proteases involved in SARS-CoV-2 infection. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics* 2022; 40(11): 5053–5059. doi: 10.1080/07391102.2020.1866669
27. Thevamartha C, Monichan S, Selvakumar PM. Carbon-based materials from *Borassus flabellifer* and their applications. *Journal Environmental. Nanotechnology* 2021; 10(4): 08–12. doi: 10.13074/jent.2021.12.214445
28. Thevamartha C, Balasubramaniyam A, Srithayalan S, Selvakumar PM. An insight into the antioxidant activity of the facial cream, solid soap and liquid soap made using the carotenoid extract of palmyrah (*Borassus flabellifer*) fruit pulp. *Industrial Crops and Products* 2023; 195: 116413. doi: 10.1016/j.indcrop.2023.116413



---

**Review Article****An insight into the structure and functions of flabelliferins and borassosides; nutraceuticals in Asian palm (*Borassus flabellifer*)**

Christine Thevamirtha Alexis Thayaparan<sup>1</sup>, Sweety Angela Kuldeep<sup>1</sup>, Supriya Dewanjee<sup>1</sup>, Esha Kazi<sup>1</sup>, Sarjana Tharmalingam<sup>1</sup>, Premnath Dhanaraj<sup>2</sup>, Mosae Selvakumar Paulraj<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Science and Math Program, Asian University for Women, Chittagong 4000, Bangladesh

<sup>2</sup> Department of Biotechnology, Karunya Institute of Technology and Sciences, Coimbatore 641114, Tamil Nadu, India

\* Corresponding author: Mosae Selvakumar Paulraj, p.selvakumar@auw.edu.bd

---

**Abstract:** Palmyraculture is a sustainable livelihood, in which people structure their lifestyle utilizing the values of Palmyra palm. The Asian Palmyra palm, *Borassus flabellifer*, gives a lot of nutritional and nutraceutical products, as it is rich in vital biomolecules, especially flabelliferins and borassosides. Flabelliferins are found in the fruit, tuber, and inflorescence of Palmyra palm, and the borassosides are found in the inflorescence. There are 14 types of flabelliferins (only nine of their structures are known) and six types of borassosides have been extracted so far. Flabelliferin F-II reduces intestinal glucose uptake and is anti-diabetic, and antiobesitic. Flabelliferin FB is antimicrobial, an inhibitor for SARS-CoV main proteinase, SARS-CoV main protease, and human cellular transmembrane serine proteinase, and Borassoside E is antifungal. Further studies have to be conducted to determine the structures and functions of the other flabelliferins and borassosides.

**Keywords:** Asian palm; *Borassus flabellifer*; borassosides; flabelliferins; nutraceuticals; palmyraculture

---