

## 无患子：“皂”不完的精彩，“油”无尽的未来

张岚晖, 徐睿远, 翁盈盈, 李万梅\*

杭州师范大学材料与化学化工学院, 杭州 311121

**摘要:** 介绍了一场以推广环保理念为核心的产品发布会, 重点展示了四款基于无患子的环保产品: 无患子天然洗手液、无患子天然洗发水、无患子皂苷杀虫剂和无患子生物柴油。这些产品不仅利用了无患子的天然特性, 而且在减少化学污染、保护环境方面发挥了重要作用。文章强调了每款产品如何体现无患子的环保价值, 并概述了发布会的目标: 激发公众环保意识, 弘扬可持续发展理念, 倡导“无患无忧”生活方式。通过这些创新产品, 发布会旨在展示无患子在现代生活中的重要性, 并鼓励人们采取行动, 共同为环境保护工作做出贡献。

**关键词:** 无患子; 无患子皂苷; 环保; 可持续发展

**中图分类号:** G64; O6

## Sapindus: Endless Wonders of “Soap”, Infinite Possibilities of “Oil”

Lanhui Zhang, Ruiyuan Xu, Yingying Weng, Wanmei Li \*

College of Material, Chemistry and Chemical Engineering, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, China.

**Abstract:** This article introduces a product launch event focused on promoting environmental sustainability, showcasing four eco-friendly products derived from Sapindus: natural Sapindus hand soap, natural Sapindus shampoo, Sapindus saponin insecticide, and Sapindus biodiesel. These products harness the natural properties of Sapindus and play a crucial role in reducing chemical pollution and protecting the environment. The article highlights how each product reflects the environmental value of Sapindus and outlines the event's objectives: to raise public awareness of environmental protection, promote sustainable development, and advocate for a “carefree and sustainable” lifestyle. Through these innovative products, the event aims to demonstrate the significance of Sapindus in modern life and inspire collective action toward environmental conservation.

**Key Words:** Sapindus; Saponin; Environmental protection; Sustainable development

“亲爱的观众们, 你们好! 我是无患子, 欢迎大家来到我的产品发布会。今天, 我非常荣幸能在这里向大家介绍有关我的各项产品, 每一款都是大自然和现代科技的有机结合。无论是洗护用品、杀虫剂还是燃料, 我都为大家准备了天然环保的方案。接下来, 就让我们开始这场精彩绝伦的发布会吧!”

“可能有些观众对我不太熟悉, 那么我先介绍一下自己。我叫无患子, 英文名是Sapindus, 你们也可以叫我黄金树、洗手果或者苦患树。作为无患子科的一员, 我是高大的落叶乔木(图1a), 我的加工早在《本草纲目》中就有记载: ‘十月采实(图1b), 煮熟去核, 捣和麦面或豆面作澡药, 去垢同于肥皂, 用洗真珠甚妙。’ 我的种子、种仁、果皮、叶、根、树皮均可入药<sup>[1]</sup>。除此之外, 我在中国传

收稿: 2024-12-02; 录用: 2025-03-04; 网络发表: 2025-08-26

\*通讯作者, Email: liwanmei@hznu.edu.cn

基金资助: 教育部产学合作协同育人项目(231006277263825); 浙江省普通本科高校“十四五”教学改革项目(jg20220477)

统文化中也具有辟邪的象征意义。我的种子被称为‘鬼见愁’，在佛教文化中具有重要的地位<sup>[2]</sup>。”

“现在，相信大家对我有了一定的认识，那么就让我们正式进入产品发布会吧！”



图1 (a) 无患子树；(b) 无患子果

## 1 无患子的“泡泡魔法”——天然洗手液

“各位观众，首先为大家隆重介绍的是这款无患子牌天然洗手液。这款产品添加了我的果实中的皂苷成分。我的果实中富含一种叫做无患子皂苷的物质(图2a)——由五环三萜苷元和阿拉伯糖、鼠李糖等不同配体组成的混合物<sup>[3]</sup>，也是一种非离子表面活性剂。”

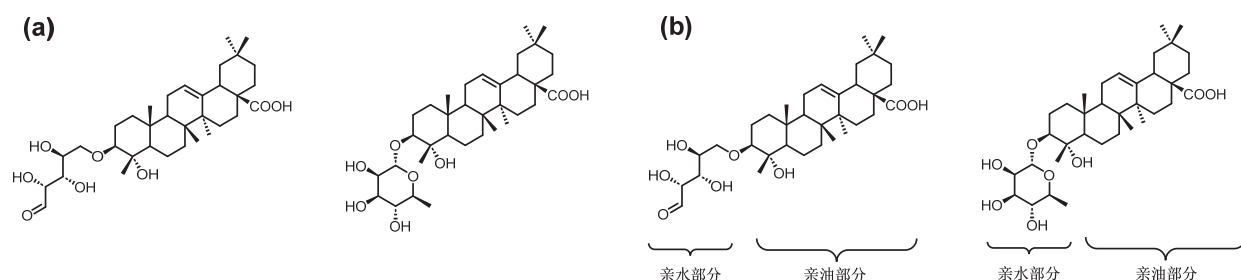


图2 (a) 无患子皂苷的分子结构；(b) 无患子皂苷的亲水部分和亲油部分

环保工作者举手提问：“什么是非离子表面活性剂？”

“非离子表面活性剂，听起来有点专业？但是，它非常容易理解。它的化学分子结构有两部分：亲水部分和亲油部分。”

“亲水部分通常包含极性较大的基团，如羟基(-OH)、羧基(-COOH)、糖基团。这些基团能与水分子‘手牵手’，缔合形成氢键，从而展现出良好的亲水性。有了亲水部分的帮助，表面活性剂可以降低水的表面张力，提高水的润湿性，从而具有去除污渍的能力<sup>[4]</sup>。”

“说到表面张力，生活中你是否注意到这样的现象？当你把水滴在桌子上时，水不会立刻铺开，而是形成一个个的水滴。其实，这就是表面张力在发挥作用。表面张力是液体表面分子之间相互作用的结果，能使液面保持一定的弧度，不会轻易地流动。而表面活性剂的亲水部分能‘打破’水分子之间的吸引力，提高水的流动性<sup>[5]</sup>。”

“我们再来看看亲油部分，亲油部分通常是由长碳链构成的非极性部分，如烷基链(比如十二烷基或十六烷基)、环状疏水尾链(比如三萜苷元)。这部分具有亲油性，更喜欢与油脂‘打交道’。亲油部分的存在让表面活性剂能在油水界面上‘大展身手’，帮助油和水混合，形成泡沫，从而去除油污。”

“当我们把表面活性剂加到有油污的水中时，表面活性剂分子会自发地排列成微小的聚集体，成为‘胶束’。亲水部分朝向水相，而亲油部分则指向胶束中心的油滴，形成一个亲水外壳和亲油内核的结构。这样一来，油污就被困在一个个的胶束里面，胶束可以在水中自由移动，就能被轻松去除<sup>[6]</sup>。表面活性剂通过其独特的结构，能够在水和油之间架起桥梁，成为我们的清洁好帮手(图3)。”

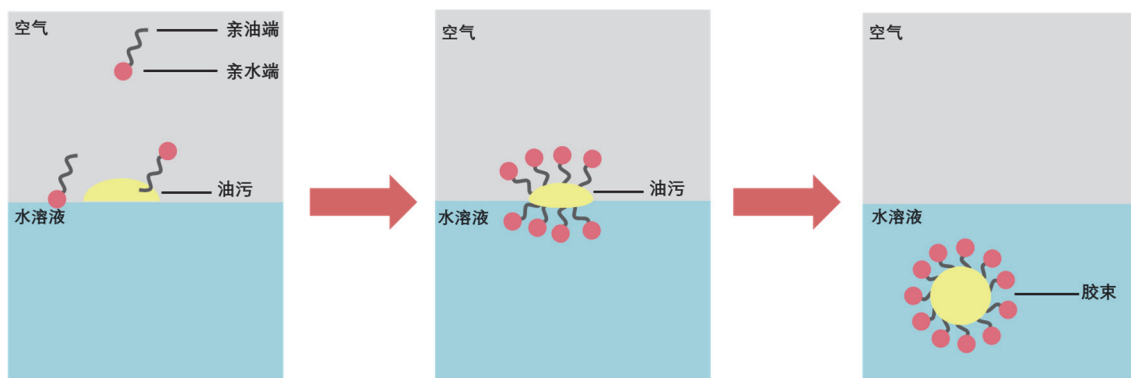


图3 表面活性剂去污原理图

“在无患子皂苷的化学结构中，五环三萜苷元具有亲脂性，而糖链中的阿拉伯糖基和鼠李糖基(图2b)则富含羟基，能与水分子缔合形成氢键，展现出良好的亲水性。无患子皂苷就像一位双手灵活的‘清洁工’，一只手可以紧紧地抓住油脂分子，另一只手可以和水分子紧密结合。当无患子皂苷分子进入水中时，它们会自发形成‘胶束’，亲水部分朝向外部水相，而亲油部分则聚集在内部形成亲油内核。这样的结构让无患子皂苷能够有效地将油脂包裹在胶束中，从而实现去污效果。”

“现在我邀请几位观众上台来体验这款洗手液。”

绿色洗护专家试用后感叹：“泡沫手感绵密，清洁力也丝毫不差，闻起来还有淡淡的植物清香(图4)。”

“没错！这是纯天然的香气，没有任何人工合成的香精添加，健康且环保。”



图4 无患子起泡效果图

## 2 无患子的泡泡魔法——天然洗发水

“接下来我要为大家介绍无患子洗发水。现在市场上的洗护产品琳琅满目，但很多人使用后会出现头皮发痒、过敏和头发干枯毛糙等症状。其实出现这些症状的大多数原因是长期使用化学洗发水。化学洗发水含有刺激性较强的表面活性剂，常见的刺激性较强的表面活性剂有月桂基硫酸钠(图5)、月桂醇聚醚硫酸钠(图6)等，这些硫酸盐类的表面活性剂清洁力度太强，破坏了头皮的天然屏障，长期使用可能导致头皮变得敏感脆弱(图7)。”

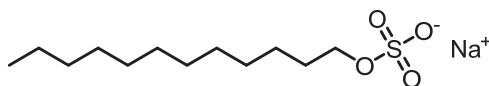


图5 月桂基硫酸钠的分子结构

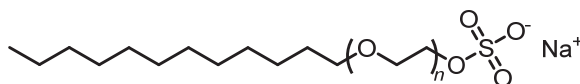


图6 月桂醇聚醚硫酸钠的分子结构

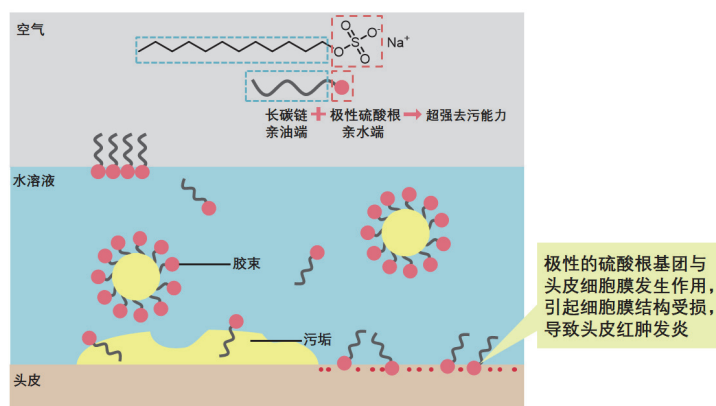


图7 月桂基硫酸钠损伤头皮示意图

天然洗护倡导者：“确实，我以前长期使用含硫酸盐类的洗发水导致头皮变得敏感脆弱。你的这款洗发水适合敏感型吗？”

“非常适合，这款洗发水的成分中含有我的果实。我果实中的皂苷是天然的非离子表面活性剂，对皮肤温和不刺激。除此之外，三萜皂苷不仅具有清洁能力，还对人体皮肤具备多种益处——它具有抗菌、杀菌和消炎的功效，对头皮特别有益，能够帮助去屑止痒。除了皂苷成分，我的果实中还含有丰富的营养物质，如还原糖、脂肪酸、油脂、类胡萝卜素、菸酸、核黄素、蛋白质、维生素C、维生素A、维生素B等，以及赖氨酸、酪氨酸、苯丙氨酸、谷氨酸、甘氨酸和组氨酸等10多种氨基酸<sup>[7]</sup>。在洗发水中，维生素A、维生素B和维生素C有助于护理头皮(见表1)，氨基酸有助于修复受损发质。我强烈推荐各位观众使用无患子天然洗发产品，不仅可以呵护头发，还能减少化学品的使用与排放，保护我们的环境。”

表1 无患子中含有的维生素对头皮护理的功效

名称	结构	功效
维生素A		有助于维持皮肤黏膜的完整性，改善因衰老导致的头皮松弛，促进受损头皮的修复
维生素B5		让头皮保持水分，避免干燥引起的头皮屑增多、头发枯燥、分叉
维生素B6		调节头皮的皮脂腺活力，促进血液循环对头皮的溢脂性皮炎有一定的修复作用
维生素C		修复头皮的毛囊受损，提高免疫力，减少头皮屑、炎症、脱发

### 3 “虫虫大逃亡”——皂苷杀虫剂

“接下来，我将为大家隆重介绍今天的第三款产品：无患子杀虫剂！这款产品可是我们无患子家族的最得意之作，我们用大自然的力量保护农作物，让害虫‘无处可逃’。”

“我的果实中的无患子皂苷对害虫来说可是隐秘的‘杀手’。它的工作方式不仅高效，还十分‘神秘’！下面就让我来为大家揭晓它的杀虫原理。”

“首先，无患子皂苷本身就具有驱虫效果<sup>[8]</sup>。如果害虫‘执意’要啃食喷洒了含无患子皂苷成分的杀虫剂的植物，那它们就‘大错特错’了。由于皂苷同时具有亲水性和疏水性，可以轻而易举地进入害虫的细胞中。这时，它们吃进肚子的可不仅仅是美食，更是一种让它们‘恶心’的毒药。害虫将不愿再进食，每吃一口都会让它们行动迟缓、无法动弹，仿佛中了“慢性毒”。听起来并不是很可怕，但这只是一个开始！皂苷并不仅仅是让害虫没食欲这么简单，它还会在害虫体内悄悄展开‘恶作剧’。当皂苷进入害虫体内后，它会与害虫消化系统中的消化酶结合，让害虫的细胞粘膜受损，破坏它们的消化能力。害虫消化食物的‘好帮手’——消化酶被皂苷破坏后，会导致它们无法正常吸收营养，逐渐变得虚弱。此外，皂苷还可以与害虫体内的胆固醇复合物结合，产生细胞毒性，进一步影响害虫的生长发育，破坏害虫细胞的稳定性，干扰害虫的蜕皮激素的合成，导致害虫无法完成蜕皮。害虫就这样被‘封锁’在无法发育的阶段，逐渐走向死亡(图8)<sup>[9]</sup>。”

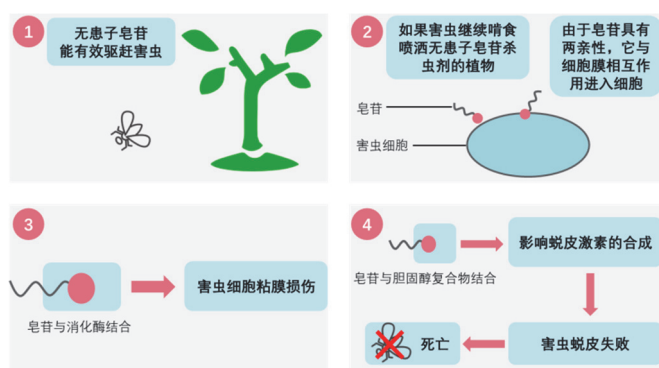


图8 无患子皂苷杀虫原理图

“皂苷杀虫剂不仅仅是一种快速有效的杀虫手段，它还是一种环保的选择。与传统的化学杀虫剂不同，皂苷来源于无患子的天然成分，安全无毒无害，对环境和人体没有副作用。这款产品在保护农作物的同时，也保护了我们共同的家园。”

### 4 “无患无忧”——绿色燃料

“接下来我要介绍我的第四款产品，无患子生物柴油。我的种子也大有用处，它富含油脂，平均含油量达51.8%<sup>[10]</sup>。我小小的种子里装满了绿色燃料，能为生物柴油的制备提供源源不断的原材料。更重要的是，我是一种非食用的植物，不会与粮食作物争夺农业用地。我的适应能力强，可以在贫瘠的土地上茁壮成长，完全可以靠边角料的身份发光发热。”

“我不仅仅是一种燃料，更是通往可持续发展的桥梁。随着工业化和城市化的不断推进，温室气体的大量排放导致极端天气和气候事件频繁发生。气候变化已经成为人类面临的最严峻的挑战之一，而实现碳达峰和碳中和的目标正是应对这一挑战的关键路径(图9)<sup>[11]</sup>。”

“值得一提的是，每公顷的无患子每年可以吸收3.71至5.11吨的二氧化碳<sup>[12]</sup>。这意味着在种植无患子的同时，我们还为地球减少了很多碳排放。这与我国‘力争2023年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和’的战略目标相契合<sup>[13]</sup>。通过推广无患子生物柴油，我们不仅能够降低对化石燃料的依赖，还能有效减少温室气体的排放。每一滴无患子生物柴油的背后，都蕴含着无

患子树不断吸收二氧化碳的过程。这让我们在使用清洁能源的同时，也为缓解全球气候变化、实现碳中和的目标贡献了力量。”

生态守护者提问：“那无患子生物柴油好用吗？”

“当然好用！因为我的油脂中的脂肪酸含量非常高，尤其是不饱和脂肪酸，占据了85%以上<sup>[14]</sup>，这些不饱和脂肪酸可以让生物柴油在低温下也可以保持良好的流动性。”

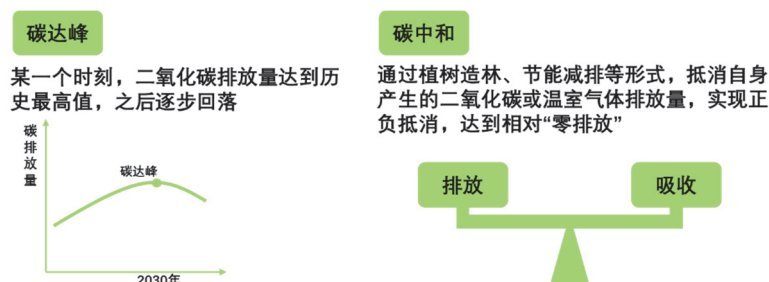


图9 “碳达峰”和“碳中和”

## 5 无患子的未来

“未来的我将不再局限于洗护产品、燃料等。我将开拓全新的领域——医药领域，守护人类的健康。在我们先前的研究中，我果实中的皂苷化合物具有抗菌抗炎的能力，未来我将致力于皮肤护理的研究——缓解皮肤炎症、对抗真菌感染。在心血管保健方面，我还能够有效地降低胆固醇，维持心脏的健康，未来的我会研制出新的心血管药物，远离高胆固醇的烦恼。我还在抗糖尿病的研究中展现出了巨大的潜能，未来的我将成为降糖产品的原料，帮助糖尿病患者<sup>[15]</sup>。”

“亲爱的朋友们，今天的我的产品发布会即将接近尾声，但我们的故事才刚刚开始！我已经在洗护、杀虫和能源领域大展身手，但未来的我还会开辟更多新的领域！无患子可不是只会‘泡泡魔法’，我正在紧锣密鼓地准备新的计划。让我们一起为地球的可持续发展继续努力，一起‘无患无忧’！再次感谢大家的参加，我们下次发布会再见，敬请期待更多无患子产品！”

## 参 考 文 献

- [1] 黄新生. 中医健康养生, **2022**, *8* (7), 74.
- [2] 丁振铎. 亚太传统医药, **2024**, *20* (6), 187.
- [3] 丘桂荣, 孙拥军, 林鹏. 中国化妆品, **2023**, No. 4, 114.
- [4] 张海波, 白云玲, 丁琼. 大学化学, **2019**, *34* (8), 132.
- [5] 冯宁, 徐奥雪, 付雯雯. 科学通报, **2023**, *68* (10), 1147.
- [6] Rojas, M.; Ortiz, Y.; Arturo, D.; Navarro, Y.; Chejne, F. *Waste Biomass Valor.* **2024**, *15* (10), 5965.
- [7] 张敏杰, 刘佩茹, 赵俊滋. 天然产物研究与开发, **1993**, No. 4, 76.
- [8] 郝乃斌, 戈巧英. 植保技术与推广, **1998**, No. 1, 35.
- [9] Qasim, M.; Islam, W.; Ashraf, H. J.; Ali, I.; Wang, L. *Co-Evolution of Secondary Metabolites*; Springer: Cham, Switzerland, 2020; pp. 1–28.
- [10] Ucciani, E.; Mallet, J. F.; Zahra, J. P. *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* **1994**, *96* (2), 69.
- [11] 桑晓光, 王锦霞, 孟皓. 大学化学, **2023**, *38* (3), 75.
- [12] Liu, S.; Liu, J.; Gao, Y.; Xi, B.; Chen, Z.; Chang, S.; Gao, S.; Zhao, G.; Weng, X.; Jia, L. *BioEnergy Res.* **2021**, *15* (2), 1.
- [13] 习近平. 中华人民共和国国务院公报, **2020**, No. 35, 7.
- [14] Chhetri, B. A.; Tango, S. M.; Budge, M. S.; Watts, C. K.; Islam, R. M. *Int. J. Mol. Sci.* **2008**, *9* (2), 169.
- [15] Pradhan, D. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.* **2014**, *8* (17), 455.