

# 绿色合成纳米材料在生物医学传感与药物递送中的前沿进展

耿 薇

咸阳师范学院 陕西咸阳 712000

**摘 要:** 绿化生产纳米颗粒是生物医学尖端科学,正在深入影响疾病的诊疗。本文综述了绿色化制备纳米颗粒的主要策略,包括提取自植物原料产物、微生物产生的产品以及以生物分子为模板构造的纳米材料在生物医学传感、靶向输送的药物的最前沿应用。在此生物医学传感器的章节中我们重点介绍了利用自然氧化剂来制备量子点的方式、植物多酚修饰的纳米传感器、利用微生物产生的生物兼容的纳米传感器的新型的纳米材料,极大增强了检测的敏感性和特异性。

**关键词:** 绿色合成纳米材料; 生物医学; 传感与药物; 前沿进展

## 一、绿色合成纳米材料在生物医学传感与药物递送中的前沿进展意义

随着绿色生态发展、绿色环保技术研发得到了全球关注,研发绿色制造而成的纳米物质在生物医药、生命科学方面的应用越来越受到重视。但传统利用有毒有害化学物质以及高压状况所制备纳米物质会危害生态环境,影响制备纳米物质的生物相容性。相比于传统方法,利用植物提取物、菌类或者生物分子的绿色合成方法通过相对温和的条件产生具有特定性质的纳米材料,不仅可降低制造成本,同时也显著增强了纳米产物的安全性能,能够提供一条崭新的生物医学应用的道路。

在医学诊断方面,应用绿色工艺技术制造出来的纳米材料具有灵敏性、检测准确率高,以植物酚类为基础的纳米诊断系统能够识别病症的指示剂,以便早期诊断。此外,在药物的载体方面,应用绿色工艺技术制造的纳米载体能够实现药物的靶向传送以及药物缓释,达到提高治疗的效率及药物不良反应发生的概率。该项新技术的有效应用,也为我们解决了当前医疗行业所存在的问题,如肿瘤早期的检测以及治疗、退行性神经疾病的监测等。

本文综述旨在深入总结环境友好法制备纳米材料应用于生物医药检测和药物运输领域的最新研究进展,并对它们的制备过程、物理性质和应用前景做了详细介绍,

**作者简介:** 耿薇(1982.07-),女,汉族,陕西绥德人,硕士,主要从事分析检测方面的研究工作。科研项目:国家级项目1项,省级项目9项,市级课题2项,专利1项,获奖2项。

意图充分挖掘环境友好法制备纳米材料的长处和弊端,希望能在我们的研究和实践上有所启发。环境友好法制备出的纳米材料不仅是生命健康技术进步的标志,也是长久可持续发展战略的重要步骤,它的广泛应用必将引起医疗健康的根本性变革。

## 二、绿色合成纳米材料的制备方法

一般来说,生产绿色纳米材料的方法有利用植物提取物制备、使用微生物制造以及生物分子模板制备的这几种方法。第1种是植物自身带有的还原剂和稳泡剂,在低温状态下制备纳米粒子。例如,利用柠檬酸作为还原剂和稳泡剂制备均一稳定并能调节表面电荷的纳米球体。此法不需任何有毒化学药品的参与,且纳米微球的生物兼容性强。

基于微生物生物合成的金属纳米粒子由微生物新陈代谢的产物对金属离子进行修饰,使之成为具有纳米颗粒量级。特定的微生物可以利用其生物代谢途径形成具有催化活性和抗菌性的金属纳米材料。生物模板合成由蛋白质、核酸、多糖等天然的聚合物充当模型来引导纳米材料生成不同外形和功能的微型结构,具有环保性高、易操控等优点,能够精确调控产品的颗粒大小分布。

绿色合成比传统化学合成有利,传统方法都会选择有毒还原剂和稳定剂,要求环境苛刻,产物为有毒副产物,而绿色合成主要是利用天然产物反应温和产物清洁,更有利于工业化生产。值得注意的是,绿色技术生产出来的纳米材料往往具有更加优良的生物可利用性和环境友好性,特别是更适用于药物医疗方面等。如天然植物提取物修饰纳米粒,不仅具有更好的结构稳定性,还能由于自身抗氧化和抗炎作用,极大地提高自身的生物活性。

### 三、生物医学传感中的应用

绿色合成的纳米材料在生物传感领域展示了优良性能。基于量子点特殊光学性质，如较高的量子产率、可调的发射波长，制备的基于量子点的生物传感器完成了生物分子检测。例如，通过绿色制造方式所制造出来的量子颗粒能够有效识别不同病症的标志物如蛋白、核苷酸、微量的生物化学物质等，具有十分优异的检测灵敏度，达到了纳米级的检测水平，这比起常规检测方式更加优异。通过检测水平更高的测定手段的提高，使得通过对病症的进行早期测定提供了较为有效的治疗时机，也方便了医疗工作。

利用植物多酚修饰纳米传感器。植物多酚能够作为还原剂和稳定剂之外，还能利用它们自身的特殊结构与生物大分子发生选择性反应以增强其专一性和稳定性。例如，鞣酸修饰的纳米粒子制备的生物传感器能够特异性地识别癌细胞标记物并且可以在包括了临床上相关浓度的范围内工作，而且表现出良好的抗干扰性。该传感器在复杂的生物样品中也能够保持很高的准确性，这也让该传感器能够作为一种可信赖的临床检验设备。部分微生物能在生物医学检测过程中实现纳米设备。在医学检测应用方面，一些生物微生物具有纳米设备。例如，细菌能制作纳米材料，通过在外层面实施磁场，将肿瘤所在位置进行更准确且明确的显示，此项技术保证了测量的安全有效性，还可以开发微创手术治疗。

### 四、药物递送中的应用

在递药体系领域，用绿色合成法构建的纳米材料具有极大的应用潜力，而以植物材料为基础构建的纳米载体制剂能实现靶向的给药与控释，进而增强药物疗效，减少毒副作用。例如，以植物多糖合成的纳米粒子，可通过表面修饰实现对特定癌细胞的特异性识别，并能在癌灶微环境中实现控释，极大提高了药物利用率，减小了机体的全身性毒性累积。此外，由于植物材料源的纳米载体制剂具有很好的生物相容性与生物降解性，在体内可以自动降解，避免因长期积聚产生的危险。

微生物合成的智能响应型载体，能在发生环境变化（如酸碱度、温度和酶活的变化）后控制药物的释放。例如细菌合成的热响应型小球，在常温下能维持药物的有效性，而受局部加热激活时能立即释放药物；这种智能响应的特点为肿瘤的靶向治疗提供了精准投药方式的范例，可实现提高药效。生物分子模具技术在药物传递领域的应用也非常广泛。利用蛋白或DNA这类生物分子组建纳米颗粒，能够形成功能及结构高度不对称的产物，

促进药剂进行缓释及缓慢释放，促使在人体体内发挥的作用更加长久。其中，DNA折叠技术合成出来的纳米药物能够利用碱基互补使药物准确地装载并缓慢释放出来，为患者量身定制。

### 五、性能特点与优势

绿色纳米合成材料在生物医疗方面拥有出众的特性优势。最显著的特性优势就是生物相容性。由于所采用的主要材料都是天然材料，绿色纳米合成材料能够很好的融入人体组织中，降低了过敏性以及潜在的危害。如，植物多酚修饰纳米颗粒能通过其抗氧化、抗炎活性来提高产品对生物组织的亲和性以及产品生物活化性。第二是生物可降解性。多种绿色纳米制备技术在体内能够被自身的生物酶降解和分解，避免了重复积累的风险。以多糖为骨架制备的纳米载体制剂在体内被酶分解为小分子再通过代谢机制排出体外，使其成为可以反复积累使用的绿色、环保长效疗法。

绿色生产的环境友好性。绿色生产技术的生产相比传统的化学生产工艺而言，不会使用有害的物质进行生产，能够减少对环境的影响。如利用生物方法制备微纳米结构等，减少了化学废弃物的排放的同时，也能够充分利用资源。这种环境友好型的特点符合世界可发展的潮流，能为其广泛推广提供动力。

虽然受人青睐的绿色合成纳米材料正一步一步走近人们并有良好的发展前景，但大面积生产上的成本下降及高产是绿色合成纳米材料研究面临的新的瓶颈。我们需要找到成本更为优化的生产路线同时完成产量更高、数量更多、更具高性价比的绿色生产方法。其次，对于绿色合成纳米材料的长效安全的人体实验，是生物安全评价的下一步重点工程，它要求我们对绿色合成纳米材料的持续追踪研究，并建立更为完善的检测和干预技术。再次，在产业化应用过程中，临床转化过程中研究方法的改进和产业界的联动、科研与工业界的合作是不可避免的，因为这样才能加快绿色合成纳米材料技术产品的推广。

在未来的发展历程中，环境友好的纳米材料为医疗保健工业提供了巨大的开发潜力，随着合成技术和生物相容性的逐渐认识，其将在疾病诊断、治疗和预防方面发挥更为关键的作用，同时这一环境友好型生产模式会促进医药工业向可延续化方向发展。我们坚信，跨学科的合作与创新突破使绿色纳米材料有可能成为医疗保健业中的关键技术因素，并能为此类提高人类健康发挥重大贡献。

## 六、绿色合成纳米材料在生物医学传感与药物递送中的前沿进展方法

### (一) 植物提取物介导的绿色合成方法

由于植物提取物天然的还原性及稳定性,在制备纳米材料的过程中具有独特的优势。该方法通过从植物提取物中分离出生物活性物质如多酚、黄酮等,将其简单混搭便可实现对金属离子的还原和纳米粒子稳定的作用。如利用茶多酚中的儿茶素成功将金离子还原为金纳米粒子,芦荟凝胶中含有的多糖能稳定银纳米粒子。与化学法制备比较,植物法在制备纳米颗粒的过程中无须高温高压,在常温环境中就可以实现,有效节省了能源和排放。

对于生物医学测定,通过对植物提取物的调控而能对纳米粒子的大小以及表面修饰等加以精确地控制,从而使传感器的功能更加强大以及专一。在医药递送方面,源自植物的纳米粒子能够保持良好的生物相容性,同时能够通过递送抗癌药物来实现药物靶向释放。并且也十分廉价且操作简便,能够大量生产,成为走向实际医学的一条途径。

### (二) 微生物介导的生物合成技术

由于微生物能像一个个小工厂似的通过自身功能将金属离子转化为纳米级物质,也为我们的绿色生产提供了可能。例如细菌、真菌等微生物可依靠自身细胞释放的酶或者代谢产物使金属离子进行还原,生成纳米颗粒。例如芽孢杆菌可利用蛋白质酶在表面进行还原而产生生活性银离子制备抗菌性纳米银颗粒。由微生物制造的纳米级产品具有独有的并具有生物活性的表面,可用在生物医学检测中。在感知器的应用中,微生物制作出微粒子能够对生物标签进行准确的识别,如血糖或癌症标签,做到高灵敏度测量。在药剂传送过程中,微生物制成的纳米颗粒通过表面对药物进行目标性传送,例如与化疗药物及细菌制造的纳米颗粒结合可以提高肿瘤位置药物浓度。此外,微生物制造的纳米颗粒由于对人体细胞的影响较小,适宜在体内应用。

### (三) 微波辅助绿色合成技术

微波技术在进行合成处理中,可将反应速率有效提高,且节约了能量,是一种绿色高效能源手段。传统化学合成一般采用加热的方式,消耗较长的时间,而微波技术应用进行反应,可在短时间内完成,节约了溶剂的使用、能源耗费,以金纳米粒子的制备为例,使用微波只需要几分钟到十几分钟,而传统需要消耗几个小时。在生物医学检测技术中,通过微波辐射法制备的纳米颗

粒展现出优异的尺寸均一性和形态一致性,这显著提升了传感装置的灵敏度。在药物递送系统研发中,基于微波辐照合成的纳米载体能够通过表面功能化修饰精确调控药物释放动力学。例如,将治疗药物负载于微波法制备的介孔硅基纳米载体内部,可实现基于pH值变化或特定酶激活的智能控释。此外,这类微波辅助合成的纳米材料因其出色的化学纯度和物理稳定性,在临床诊疗领域具有广阔的应用前景。

### (四) 电化学沉积绿色合成方法

电化学沉积技术利用外加电场促使金属离子发生还原反应,实现纳米材料的环保制备。该工艺摆脱了对化学还原剂的依赖,仅依靠电能驱动反应过程,显著降低了副产物的生成量。以金、银等贵金属纳米颗粒的制备为例,电化学方法在生物医学检测和药物输送领域展现出独特优势。特别在传感技术领域,通过电化学途径获得的纳米颗粒能够有效修饰电极界面,从而提升检测装置的响应性能和长期稳定性。在药物输送领域,采用电化学方法制备的纳米结构材料能够借助表面修饰技术实现精准定位输送。例如,将抗肿瘤药物与电化学法制备的磁性纳米粒子进行复合后,可利用外部磁场精确引导至病灶区域。同时,这类电化学合成的纳米材料具备可调控的粒径分布与特定形貌特征,为个性化医疗应用提供了理想选择。

## 结束语

绿色制造的具有生物功能的纳米材料,在生物医学的传感和药物传输取得了突破性成功,使医疗保健产业发生了革命性变革。绿色制造的纳米材料是利用植物浸出、微生物合成和生物分子模板技术制造的,具备测试准确、特异、有效传递药物及控制释放、治疗疾病能力更强等特点,已经在私人订制医药、实时检测和综合疗法上表现出强大的潜力和前景,是应对当今医疗面临的挑战和问题的革新性手段。

## 参考文献

- [1] LIS, HEDF, LISN, 等. 基于磁性合金纳米管的表面增强拉曼散射生物传感器, 增强金/银核壳纳米标签用于双酚A的测定[J]. 生物传感器, 2022, 12(6)
- [2] Zhang WB, LUR, Zhang LY. 制备不同金属/适配体修饰的双功能复合磁性纳米材料及其在外泌体富集中的性能[J]. 中国色谱学杂志, 2021, 39(10): 1128-1136.