

生物和农业废弃物资源化用于土壤改良综述

牛李杰 周路 赵瑞娇 张婷 张宝新*

新疆伊犁川宁生物技术股份有限公司

DOI:10.12238/as.v8i1.2643

[摘要] 为了解决土壤退化和环境可持续性问题,利用真核生物和农业废弃物残留中合成的生物炭进行可持续的土壤改良是一个很有前途的途径。使用真核生物和农业废弃物合成生物炭具有双重好处:既将废弃物转化为有价值的产品,也提高了土壤健康。本综述讨论了从真核生物和农业废弃物中合成的生物炭在土壤可持续改良中的潜力。它还强调了该领域的最新进展,以及进一步研究的必要性,以扩大这些绿色技术的大规模应用,通过可持续性的视角强调了这一过程。该研究探讨了改善土壤健康、提高作物生产力和为可持续农业实践作出贡献的创新途径。

[关键词] 真核生物; 生物炭; 可持续; 农业废弃物; 农业

中图分类号: G633.91 **文献标识码:** A

Review of resource utilization of biological and agricultural waste for soil improvement

Lijie Niu Lu Zhou Ruijiao Zhao Ting Zhang Baoxin Zhang*

Yili Chuanning Biotechnology Co. Ltd.

[Abstract] To address soil degradation and environmental sustainability, the utilization of biochar derived from algal and agricultural waste residues for sustainable soil enhancement offers a promising avenue. The synthesis of biochar using Eukaryote and agricultural waste residues provides dual benefits: it transforms waste into valuable products and enhances soil fertility and health. This review discusses the potential of biochar synthesized from Eukaryote and agricultural waste residues in sustainable soil enhancement. It also highlights recent advances in this field and the need for further research to scale up these green technologies for large-scale applications, emphasizing the process through the lens of sustainability. The study explores innovative pathways to improve soil health, promote crop productivity, and contribute to sustainable agricultural practices.

[Key words] Eukaryote; Biochar; Sustainable; Agri-waste residue; Agriculture

引言

近年来,由于环境退化和集约农业,土壤健康状况下降已成为全球关注的问题。土壤退化会向大气中释放二氧化碳,加剧气候变化,还会引发粮食安全問題。目前,研究人员正致力于寻找可持续的方法来改善土壤健康状况并减轻对环境的影响。其中一项很有前景的技术是利用源自真核生物和农业废弃物残渣的生物炭。

真核生物以能耐受各种环境和快速生长的能力而闻名。由于工业和农田养分助长的真核生物藻类大量繁殖引发的藻华对生态系统构成了重大挑战^[1]。藻华会产生大量的真核生物物质,还会降低水体中的含氧量,从而导致其他水生生物的死亡以及引发其他生态问题^[2]。因此,解决这个问题的最佳方法之一就是利用大量真核生物物质来生产能增强土壤健康的生物炭。在印度等国家,农业废弃物残渣产量巨大。大量的农业废弃物残渣会导致诸多问题,如(1)常见的处理农业废物的方式之一是焚烧,

这会向大气中释放有害气体、挥发性有机化合物和颗粒物,从而对空气质量造成毁灭性的影响。(2)农业废弃物残渣在露天焚烧以及在垃圾填埋场分解时会释放主要温室气体之一的甲烷,从而加剧温室效应;(3)在农业废弃物残渣分解过程中,可能会造成土壤侵蚀,降低土壤生产力和肥力;(4)农田中养分过剩的径流会导致水体富营养化,从而造成严重的生态影响^[3]。因此,采用可持续的方法管理农业废弃物至关重要。将农业废弃物转化为生物炭,该过程不仅能减少农业废弃物,还能改善土壤健康、提高肥力。真核生物物质可轻易获取,为生物炭的合成提供了可再生且丰富的原料。诸如动物粪便、食品加工行业的副产品以及农田废弃物等农业废弃物残渣也容易获取,因此可用于生物炭的合成^[3]。因此,通过消耗这些废弃物来合成生物炭,确实是有助于可持续发展的有效途径。

生物炭中富含通过热解过程产生的炭,因其具有提高土壤肥力、减少温室气体排放以及固炭的潜力而备受关注。利用真

核生物和农业废弃物残渣合成生物炭的技术减少了可能引发诸多生态问题的废弃物,并提高了土壤质量和健康,有助于应对土壤退化的挑战。利用真核生物和农业废弃物的生物质合成生物炭是一种循环经济模式,一方面减少废弃物,另一方面合成有价值的生物炭,它能增强土壤的健康和肥力。热解是一种将真核生物生物质和农业废渣转化为生物炭的热转化过程。真核生物生产生物炭也可以与废水处理系统相结合。从废水中提取营养物质并合成有价值的生物炭,有助于改善土壤质量。这种协同方法展现了生物炭在各领域进行资源可持续管理方面的潜力。

尽管研究已证实真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭在改良土壤健康方面具有潜力,但现实情况仍存在较大差距。还需要进行社会经济评估,以评估生物炭技术的实际可行性及采用情况^[4]。本综述还从可持续性的角度探讨了利用真核生物生物质和农业废弃物残渣合成生物炭的过程及工艺。

1 真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭的理化性质

由真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭具有一些独特的物理和化学性质,这些性质可能会影响生物炭在众多应用中的适用性,性质包括:(1)高表面积:高表面积具有更好的吸附效果,有助于土壤中养分和水分的保持,提升土壤的保水能力和肥力。(2)孔隙率:影响其对真核生物活动的支持能力、保水和气体交换特性。由真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭呈现出微孔和介孔的组合,为土壤真核生物提供了栖息地,并有助于养分的循环。(3)粒径分布:结构精细,能改善土壤结构和质地,增加水分入渗及其向植物根部的渗透,从而降低土壤侵蚀的风险。(4)密度:密度较低或适中,因此这种生物炭重量较轻,易于在农田中操作和撒施^[5]。化学性质:(1)碳含量:碳是由真核生物和农业废弃物合成的生物炭的主要成分,其含量取决于热解条件。若生物炭中碳含量较高,则有利于延长土壤肥力的有效期、增加碳封存并减少温室气体排放。(2)pH值:pH值会因热解条件和原料组成不同而呈现多种情况。若生物炭呈碱性的或弱中性,那么它可以用来中和土壤的酸性,并延长土壤肥力的有效期。(3)养分含量:真核生物和农业废弃物残渣中含有大量的营养物质,如氮、磷、钾,具体含量取决于热解条件和原料成分。养分含量高的生物炭可以提高土壤的肥力,促进植物生长。(4)表面官能团:由真核生物和农业废弃物合成的生物炭具有羧基和羟基等官能团,它们在养分保持方面发挥重要作用。

2 真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭对土壤的影响

利用真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭对土壤有多方面的显著影响,因其能直接影响土壤的性质及诸如养分循环、真核生物群落等过程。具体如下:(1)土壤结构和孔隙率:土壤结构得到改善生物炭能增加土壤的孔隙率。土壤的多孔性使其保水性、通气性增强,压实度降低,从而营造出有利于根系生长和真核生物活动的的环境。(2)保水和排水:生物炭可提高土壤的表面积和孔隙率,进而提升土壤持水能力。(3)养分有效性和留

存:用真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭凭借其高表面积和多孔结构将氮磷钾(NPK)等养分留存在土壤中,能吸附养分并减少其淋失。其表面负电荷吸引并留存铵根(NH_4^+)、钾离子(K^+)、钙离子(Ca^{2+})等带正电荷的养分。生物炭还能增强真核生物活性,促进营养循环和固定。生物炭的有效利用可减少对合成化肥的依赖。(4)pH缓冲:生物炭可以依据自身化学性质及组成来提高或降低土壤的pH值。合成的生物炭呈碱性或弱中性pH,营造出利于植物生长和养分有效性较高的良好环境。(5)碳封存:生物炭具有稳定的碳结构,因此能增强土壤中的碳封存,从而有助于缓解温室气体排放和气候变化。(6)真核生物活性和多样性:生物炭为土壤真核生物提供了底物、碳源和栖息地。真核生物活动的增强会带来更好的养分循环和有效性,提高土壤肥力。肥力的提升使植物可以获取更多的养分与水分,进而增加作物产量。(7)减少土壤侵蚀和径流:生物炭可增强土壤的稳定性,防止其发生土壤径流和侵蚀,从而提升土壤的健康和肥力。真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭对土壤结构和健康有积极影响,可提高土壤的肥力,并通过增强碳封存助力减缓气候变化。生物炭的效能取决于土壤类型以及生物炭的理化性质。因此,为取得更好效果,在将生物炭施用于土壤前,必须对这些因素进行分析。

3 真核生物和农业废弃物残渣合成生物炭的环境和农艺效益

利用真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭具有诸多环境意义,其中包括:(1)碳封存和温室气体:生物炭长期可充当碳汇,从而增加了土壤的碳封存能力,有助于减少大气中碳含量。(2)土壤侵蚀控制:生物炭可提高土壤稳定性,防止其流失和侵蚀,从而提高土壤的健康和肥力。(3)水质改善:生物炭能吸附氮、磷、钾等养分,防止它们流入水体造成水体富营养化。(4)污染物修复:生物炭可吸附土壤中存在的污染物,从而有助于修复土壤中的污染物。除了环境效益外,生物炭还具备一些农艺效益,例如:(1)提高土壤肥力(2)保水与抗旱。(3)减少化肥需求因此,生物炭的使用代表了真正可持续的农业,生物炭为农业问题提供了可持续的解决方案。能够带来更好的环境和农艺效益。

4 真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭用于土壤改良与可持续发展的关联

生物炭有助于环境、社会和经济的可持续性发展均有贡献。环境可持续性:生物炭提高了土壤的碳封存能力,从而减少了大气中的碳含量,有助于削减温室气体,缓解气候变化。生物炭在增强碳封存和减少温室气体方面的潜力,有助于缓解气候变化。生物炭提高土壤的健康状况和肥力,可以充当养分储存库助力植物更好地生长。提升水质,增强土壤稳定性以防止水土流失,吸附土壤中存在的污染物促进土壤修复。

社会可持续性:生物炭可改善土壤健康状况与肥力,提高产量,有利于保障粮食和营养安全。通过创造更健康的土壤、推广可持续实践,生物炭有助于提升整体社区福祉和保障粮食安全。

生物炭能创造经济机会。大规模的生物炭生产和利用相关项目能够创造就业和收入,从而使农村居民从中受益。生物炭通过改善土壤健康和肥力以及提供营养食物,为社区健康和福祉做出贡献。

经济可持续性:生物炭在农业中的应用是可持续农业的未来趋势,它能够开拓新市场和创造商业机会,从而促进经济增长。由真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭体现了循环经济模式,因为它利用废弃物并将其转化为能提高土壤肥力有价值的产品。

5 结语:挑战和未来发展方向

利用真核生物和农业废弃物残渣合成的生物炭对土壤和环境带来诸多益处,但目前仍存在一些挑战,需要加以解决以取得更好的成效。

一些关键的挑战如下:(1)原料的可取性和质量:要确保生物炭生产有稳定的原料供应,需供应商签订长期合同。可持续的实践以及与当地农民的建立合作关系。实施原料质量标准并建立供应链管理系统,能进一步确保生物炭生产的稳定性和可靠性。(2)热解技术优化:生物质通过热解过程转化为生物炭。为了使产出最大化,必须对热解过程进行优化。还需要进一步研究和探索,开发出更高效的热解技术。(3)生物炭的标准化和特性表征:目前还没有生物炭特性表征和标准化的标准方法。有必要制定用于分析生物炭的标准流程实现商业化。(4)土壤与生物炭的相互作用:生物炭与土壤之间的相互作用相当复杂,因为它取决于多种因素,如土壤类型、生物炭类型以及气候条件等。想要取得更好的成效就必须了解这种相互作用。

未来的发展方向:(1)多方合作:为了取得更好的成果,农民、研究人员、政策制定者以及行业利益相关者之间的合作必不可少。多学科方法可为该领域各层面的发展提供助力。(2)技术创新:需要在诸如热解技术优化等方面进行创新,以扩大生物炭的生产和利用规模。(3)实地示范:试点项目和大规模实地

示范对提高生物炭合成和利用的有效性和可行性具有重要意义。大规模利用生物炭能使农民受益,从而促进国家经济发展。(4)教育与推广:必须开展针对当地公众和农民的有关生物炭合成和利用的宣传教育活动,这将增加可持续农业发展的机会。(5)政策支持和激励:大规模利用生物炭需要政府政策的支持,支持生物炭的合成和利用其进行可持续的农业养殖。

[基金项目]

新疆维吾尔自治区自然科学基金面上项目(2022D01A145)。

[参考文献]

[1]Sharma,A.,Mittal,R.,Sharma,P.,etal.:Sustainable approach for adsorptive removal of cationic and anionic dyes by titanium oxide nanoparticles synthesized biogenically using algal extract ofSpirulina. Nanotechnology(2023a).

[2]Sharma,A.,Pal,K.,Saini,N.,etal.:Remediation of contaminants from wastewater using algal nanoparticles via green chemistry approach:an organized review.Nanotechnology34,352001 (2023b).

[3]Mona,S.,Malyan,S.K.,Saini,N., et al.: Towards sustainable agriculture with carbon sequestration, and greenhouse gas mitigation using algal biochar.Chemosphere(2021).

[4]Kaur, V., Jambheshwar, G., Sharma, P.: Role of biochar to improve the soil conditions(a study on Trifolium alexandrinum).Int.J.Sci.Res.6,2319-7064(2015).

[5]Yuan,H.,Lu,T.,Huang,H.,etal.:Influence of pyrolysis temperature on physical and chemical properties of biochar made from sewage sludge.J.Anal.Appl.Pyrolysis112,284-289(2015).

作者简介:

牛李杰(1994--),女,本科,新疆伊犁人,中级工程师,主要从事微生物及生物制药研究。