



## 腐植酸尿素正端详

曾完成

腐植酸伴随着地球生命而来，有生命的地方就有腐植酸。人类认识并揭示它不过 239 年（1786 年德国人约翰·弗里德里希·阿查德）。我国腐植酸研究应用 68 年（1957 年中科院煤炭研究室），国家工业化利用腐植酸 51 年（国发〔1974〕110 号文件）。

尿素人工合成 197 年（1828 年德国人弗里德里希·维勒），技术成熟并大规模生产 72 年（1953 年荷兰人斯塔米卡本）。我国首个 5 万吨/年合成氨-尿素装置建成 69 年（1956 年大连化工厂）。如今我国的尿素产能居全球第一。

当古老腐植酸与现代尿素相逢，催生了腐植酸尿素，核心技术涵盖涂层、包裹、熔融螯合等。1976 年，中科院北京化学所率先揭示腐植酸氨化机理：其羧基、酚羟基等官能团与氨态氮络合吸附，形成稳定缓释的腐植酸-脲络合物。这一科学基石，直接推动了产业化进程。1981 年，该成果跻身原化工部腐植酸五大标准工艺；次年，硝基腐植酸工艺定型，标志我国腐植酸尿素工业体系初成，技术遂广布行业，终成产业。近十年，腐植酸尿素技术体系日臻完善。

矿物源腐植酸，天然脲酶与硝化抑制剂之双璧，乃腐植酸尿素“减肥增效”之核心。白色遮阳，黑色吸光，办道十分简朴。近五十载研究，实证其“黑白交慧”（黑色腐植酸与白色化肥结合）之科学价值：

- 缓释控效**：官能团络合延缓氮素释放，抑制脲酶减氮挥发，延缓硝化稳氮形态。
- 利用跃升**：尿素利用率显著提高 12 ~ 15 个百分点。
- 增产稳产**：等养分下增产 8% ~ 15%；减施 20%，仍可稳产乃至增产。
- 阻截流失**：氮素淋溶锐减 20% ~ 30%，破解传统尿素速溶流失之困。
- 固碳减排**：农田  $N_2O$  减排 30% ~ 50%，土壤有机碳提升 15% ~ 70%。

腐植酸尿素集“减量、增效、减排”于一身，是实现“双碳”目标与农业绿色发展的必然之选。

氮是作物首位“主食”。尿素即氮素。我国是氮肥生产第一大国，也是农田使用量第一大国。当今农用白色尿素逐步黑色化，平均利用率达到 43%（2024 年农业农村部），腐植酸功不可没。提高尿素利用率，并为土壤所接受，是腐植酸尿素的核心价值所在——“让腐植酸从土壤中来回到土壤中去”，解决的是土壤问题；“让黑色腐植酸将白色化肥转变成为本色肥料还土壤本色”，解决的是“土肥和谐”的问题。

为土壤立言，凡是投向土壤的肥料，其好坏土壤说了算。腐植酸是土壤生命的核心物质，是评价土壤肥力的“金标准”。值此产业发展关键阶段，我会于 2025 年 7 月 28 日，特向工业和信息化部建言：设立“国家腐植酸尿素工程技术创新中心”。此举旨在将行业“产业实践”升格为“国家战略工具”，以期最终实现“农业增效、农民增收、生态增绿、绿色碳汇”的田园愿景，并将此“中国智慧”沿“一带一路”播撒，惠泽全球农业可持续发展和粮食安全。