

# 腐植酸及其土壤环境保护意义\*

## Humic Acid and Its Significant in Protection of Soil Environment

李 纯      刘康怀      兰俊康      张 力  
Li Chun    Liu Kanghuai    Lan Junkang    Zhang Li

(桂林工学院 桂林 541004)  
(Guilin Institute of Technology, Guilin, 541004)

**摘要** 介绍腐植酸的主要性质及其对土壤环境保护的功能。认为广西降雨量大、气温高，大面积的红壤濒临退化；广西有丰富的腐植酸资源，泥炭及褐煤分布广；应该重视研究广西乃至南方地区土壤腐植酸的变化规律，充分发挥腐植酸在土壤改良与保护中的作用。

**关键词** 腐植酸 土壤 环境保护

**中图分类号** S 153.622

**Abstract** The main characters and functions of humic acid in the protection of soil environment are introduced. A great deal area of red soil is faced degenerating under the condition of heavy rainfall and higher temperature in Guangxi. There is a rich humid acid resources in Guangxi, with a broad distribution of turf and lignite. The development of humid acid in Guangxi even in South China should be researched and laid weight on exerting the function of humid acid in improvement and protection of soil.

**Key words** humic acid, soil, environment protection

腐植酸广泛分布于泥炭、褐煤之中。泥炭等物质是植物残体经长期生物和物理化学作用而形成，这些腐殖物质所含有的主要成分就是腐植酸。据资料报道，泥炭和褐煤中的腐植酸含量最高可以达到 60% 以上，一般也含有 20%~40%<sup>[1,2]</sup>。

在自然形成土体中，植物的根叶残体随成壤过程而成为腐植酸的主要来源，人工施用有机肥是土壤中腐植酸的第二个来源。土壤中腐植酸不仅使其肥力提高，而且也是土壤环境的保护神<sup>[2,3]</sup>。土壤中腐植酸是土壤有机质的主体，它对于提高土壤肥力有着重要的作用。早在 18 世纪后半叶，土壤有机质就已引起了广大农业科学工作者的极大兴趣，在 M·B·罗蒙诺索夫的著作中（1763 年）指出，土壤起源于动植物遗体与日俱增的腐化，这些研究成果得到了当时盛行的并得到充分发展的植物腐植酸营养学说的支持<sup>[2]</sup>，土壤腐殖质因此被视为天然的肥素。

2000-11-01 收稿, 2001-01-02 收稿。

\* 广西自然科学基金资助项目(桂科自 9811029)。

我国对腐植酸的研究起步较晚,解放前几乎是空白<sup>[4]</sup>。1950年中国科学院煤炭研究所对泥炭中腐植酸的利用开始研究。1958年至1963年,出现了群众性的推广应用腐植酸肥料和泥炭改良土壤的热潮,这一期间虽无较大的科研成果,但是腐植酸开始在工、农业生产上得到应用。本文将从腐植酸的主要性质、它的土壤环境保护功能及广西主要土壤类型进行讨论。

## 1 腐植酸的主要性质

腐植酸是一种亲水性可逆棕黑色胶体,比重1.330~1.448,其颜色和比重随煤化程度的加深而增加。一般情况下,自然环境介质体系的pH值越小,腐植酸胶凝体的稳定性越差<sup>[1]</sup>。腐植酸主要由胡敏酸和富里酸组成,其化学成分是C、H、O、N、S等,腐植酸的分子量很大,随基团的数量不同其分子量变化范围很大<sup>[3]</sup>。腐植酸分子结构中的活性基团能与很多金属离子进行交换、络合或螯合反应。表面吸附也能固定一些有害组分。

研究表明,在自然界中腐植酸的性质受到包括成土母质、植被、水热条件、气候、pH值以及重金属离子等因素的影响。其中最主要的影响因素是气候、pH值及重金属离子含量<sup>[7,8]</sup>。

金属离子被腐植酸吸附出现在pH值显著低于相应不可溶金属氢氧化物形成的范围,最大吸附峰出现在pH值=5.5~7.5的范围内。资料报道,腐植酸的溶解随pH值的增加分为两步进行,约有80%的腐植酸在pH值为3~8.5的范围内溶解,其余的20%在pH值>8.5后溶解。在高pH值条件下,腐植酸很可能与重金属离子形成可溶性金属-腐植酸盐类<sup>[8]</sup>。

## 2 腐植酸的土壤环境保护功能

腐植酸的比表面积特别大,且结构十分复杂。正是由于它具有了这些天然的特殊性质,使得其应用范围十分广泛,并受到高度重视<sup>[9]</sup>。近年来,我国应用腐植酸已有了不少的研究成果,在土壤环境保护方面的应用尤为广泛。

### 2.1 改良土壤环境条件

主要表现有:(1)使一些难溶营养物质形成易溶盐,或者使一些难溶盐形态存在的生命微量元素(如Fe、Al、Cu、Mg、Zn等)形成络合物并溶于水而被农作物吸收。(2)用腐植酸促进土壤团粒的形成。腐植酸中的羟基、羧基功能团易与土壤中的钙离子发生凝固反应,再通过植物根系的生理作用就形成了土壤的团粒结构,从而使土壤的空隙度相对增大,通透性更好,有利于农作物吸收养分和正常生长<sup>[9]</sup>。(3)利用腐植酸的酸性与盐碱土中的碱性发生中和反应的原理可调节土壤的pH值,从而达到治理盐碱的效果<sup>[10]</sup>。腐植酸颜色深,有利于对太阳能的吸收,当腐植酸受到微生物的作用分解时再放出热量,土壤中足够的腐植酸能使地温提高而起到抗春寒的作用。

### 2.2 防治土壤重金属污染

土壤重金属污染是一个世界性的问题。用腐植酸来治理被重金属污染的土壤具有操作简单、取材方便、有效期长、经济可靠等优点,腐植酸对被重金属污染的土壤环境进行治理具有广泛的应用前景和现实意义。腐植酸对土壤中重金属污染的缓冲和净化机制主要有以下几方面:(1)参与土壤中离子的交换反应,把土壤中的重金属离子吸附固定,防止它们进入生物循环<sup>[11]</sup>;(2)稳定土壤结构,为土壤微生物活动提供基质和能源,从而间接地影响土壤中重金属离子的活动能力<sup>[12]</sup>;(3)与土壤中的重金属离子络合反应,起到钝化重金属离子,防止重金属离子大量进入植物体系的作用。

### 3 广西主要土壤类型环境状况

鉴于腐植酸有如此大的性质和应用效果,针对广西所处的特殊地理环境,深入开展腐植酸的应用研究将具有重要的现实意义。

广西地处欧亚大陆南缘,属于热带—亚热带季风气候区,其平均气温高,雨量丰富且相对集中,地表径流量大,不利于腐植酸在土壤中的存在。据中国科学院红壤站的观测结果表明,每年随地表流水带走的有机质占每年形成的土壤有机质的15%<sup>[12]</sup>。可见,广西区由于水土流失所造成的有机质损失量相当严重。表1是广西主要土壤类型有机碳和腐植酸含量分布特征,可以看出,我区各类土壤中有机质含量的确明显偏低。

据广西土壤普查结果(1994年)表明,广西共有各种类型红壤土面积共计1074.32万 $\text{hm}^2$ ,占土地总面积的66.55%<sup>[13]</sup>。红壤系列土中,盐基离子被强烈淋溶,盐基饱和度小(一般小于30%),而呈碱性反映的元素如Ca、Mg、Na、K等盐基含量更少,使得交换性阳离子以H、Al为主,土壤呈酸性—强酸性反应<sup>[14]</sup>。这必然导致土壤中有机质、腐植酸的大量流失,对土壤中养分的保持十分不利,从而加速植物养分的溶解和淋失,导致红壤区土贫瘠化。为确保广西土壤(特别是大量红壤)的可持续发展,研究和应用腐植酸已是迫在眉睫。

广西属于酸雨重灾区之一,酸雨的pH值可低达3左右。酸性环境是极不利于腐植酸的稳定存在,我们在实验室对土壤进行了酸泡试验(表2),结果表明,在pH值为3的条件下,胡敏酸的损失约达30%,胡敏酸与富里酸的比值减少了一半,随着酸性增强,还有明显降低。这一实验结果也进一步证实了酸雨是导致广西土壤中腐植酸含量偏低的主要原因之一。在土壤中增施腐植酸肥不失为保护土壤环境的一种有效方法。

广西是有色金属之乡,长期的矿山开采、选矿、冶炼及加工对土壤造成了严重的重金属污染。在一些重污染区,重金属离子已经进入了生物系统的循环,其结果必然对人们的身体健康构成了一定的威胁<sup>[15,16]</sup>。如果土壤中有足够的腐植酸分布量,或者人为地对被重金属污染的土壤增施腐植酸,那么重金属污染的危害就可能得到控制,受污染的土壤可能会得到修复。这是我们下一步探讨研究的课题。

广西的海岸线长达1500 km,盐碱地分布面积广。改造开发沿海的盐碱滩地已列为广西的科技攻关计划,从经济有效的角度考虑,笔者认为腐植酸也应该是改良盐碱地的首推方法。广西沿海的合浦、邕宁、宁民等地分布着丰富的泥炭资源,广西已经探明的泥炭储量占全国第2位<sup>[17]</sup>,用泥炭改良盐碱地是一种切实可行的方案。

目前,广西区内很少有关于直接应用腐植酸肥的报道,邕宁县曾开办过腐植酸氨厂,但已于1980年关闭,说明人们对腐植酸的真正作用还没有足够的认识。腐植酸对土壤环境的保护和改良作用十分明显,广西又是农业大省,我们更应该充分利用广西拥有的腐植酸资源改善土地环境,确保土壤资源的可持续发展。

表1 广西主要土壤类型有机质分布特征

类别	有机质 (%)	腐植酸 (%)	样品数
石灰土	1.351	0.292	12
红壤	1.063	0.267	16
赤红壤	0.753	0.085	23
砖红壤	0.589	0.039	11
紫色土	0.332	0.626	5

表2 红壤土酸泡试验结果

分类	原土样品	pH 值 = 3	pH 值 = 2.2	样品数
胡敏酸	0.442	0.338	0.306	2
胡敏酸/富里酸	2.39	0.917	0.66	2

试验条件:温度 25℃,时间 72 h。

## 4 结 语

腐植酸对土壤的特殊功效已为国内外的科学工作者所认识和利用。但是,我区对腐植酸的应用还没有受到足够的重视。根据我区的实际情况,研究和应用腐植酸已势在必行。

广西地处热带—亚热带季风区,年均气温较高,雨量十分丰富,导致土壤中盐类组分流失严重,腐植酸的稳定性很差。研究广西乃至南方地区土壤腐植酸的变化规律,并根据不同环境条件、不同土壤类型科学地管理和利用土地,这对于保护土壤资源,实现土壤的可持续发展将有着重要的现实意义。

广西腐植酸资源十分丰富,泥炭及褐煤分布范围广,储藏量很大。充分利用这些宝贵的资源,对保护广西濒临退化的红壤类土,改良沿海的盐碱滩地,防治或修复我区被重金属污染的土壤,以及保护人们身体健康都将会十分有益。

## 参 考 文 献

- 1 王兰,巴音. 废水处理的新材料新方法——腐植酸树脂的研制及应用. 北京:中国环境科学出版社,1991. 1~10.
- 2 柯达夫 B A. 土壤学原理. 北京:科学出版社,1981. 213~218.
- 3 波诺马廖娃 B B, 帕洛特尼柯娃 T A. 腐殖质和土壤形成. 北京:农业出版社,1987. 1~2.
- 4 蒋安文,刘维华. 腐植酸钠在我国畜牧生产上的应用. 腐植酸,1999,(4).
- 5 李善祥. 腐植酸的研究与开发进展. 腐植酸,1999,(2).
- 6 刘希扬. 论述我国腐植酸行业的发展及存在问题. 腐植酸,1991,(3): 2~3.
- 7 郁志勇,王文华,彭 安. 环境化学,1998,17(5): 480~484.
- 8 Spark K M, Wells J D, Johnson B B. The interaction of a humic acid with heavy metals. Aust J Soil Res, 1997, 35, 89~101.
- 9 韩文质. 腐植酸肥料对土壤的改良作用及施用方法. 甘肃农业科技,1997,6: 32~33.
- 10 华 璐. 农业工程学报,1992,8(增刊).
- 11 陈世宝,华 璐,白玲玉等. 有机质在土壤重金属污染治理中的应用. Agro-environment and Development, 1997, 14(3): 26~28.
- 12 张桃林,鲁如坤,李忠佩. 红壤丘陵区土壤养分退化与养分库重建. 长江流域资源与环境,1998,7(1): 18~25.
- 13 广西土肥工作站. 广西土壤. 南宁:广西科学技术出版社,1994. 94~96.
- 14 刘康怀,蓝俊康. 广西红壤系列土的分带及环境地球化学特征. 桂林工学院学报,2000,20(1): 21~25.
- 15 王 云,魏复盛. 土壤环境元素化学. 北京:中国环境科学出版社,1995. 96~230.
- 16 耿精忠. 环境与健康. 回顾与展望. 北京:华夏出版社,1993. 68~154.
- 17 杭长松. 广西矿产资源开发史. 南宁:广西人民出版社,1992. 201.

(责任编辑:黎贞崇)