

腐植酸肥料：历史、理论、产品与评价

澳大利亚 Kim Billingham



益禾箭生物技术有限公司 编译

二〇二一年七月十二日

前言

一系列声称具有许多与土壤健康和促进植物生长相关的产品在销售，这些产品经常被称为替代肥料。然而，对于这些产品的真实性和有效性，往往缺乏证据。生产者和消费者都只能依靠广告承诺，而这些承诺几乎没有任何证据。

一种常见的替代肥料是腐殖质产品，有或没有附带植物营养素，通常作为土壤改良剂出售。目前在澳大利亚生产和销售的腐殖质产品有 200 多种。还有数千款可通过海外网站购买。澳大利亚的农业中是否有腐殖质产品的一席之地？他们是否有可能实现至少部分广告宣称的利益，或者这些利益仅仅是制造商的臆想吗？

这一技术公告“腐殖质产品：农业上潜能或推测”是涵盖一系列替代肥料产品丛书中的第一个。由新南威尔士州第一产业部编写和制作的这些报告提出了两个基本问题：

产品可能有效吗？鉴于我们目前对土壤-植物生态系统中物理、化学和生物相互作用机制的理解，我们能解释产品是如何发挥作用的吗？

产品真的有效吗？是否有来自独立的试验的足够的证据-该产品将在田间条件下有效？

本出版物主要为农学家、土壤科学家、顾问和其他农场咨询员而撰写。然而，作者 Kim Billingham 提供的可读性强的风格、解释和图表，使其他对土壤和植物科学有更基本了解的人也能读懂这本书。《腐殖质的简史》将吸引来自传统和非传统种植哲学的读者，因为我们都致力于以更可持续的方式耕作。

Peter Orchard

Manager, Pasture R, D & E NSW DPI

目 录

1. 内容提要
 - 1.1. 腐殖质简史
 - 1.2. 腐殖质
 - 1.3. 腐殖质产品
 - 1.4. 腐殖质产品的功能主张
 - 1.5. 结论与建议
2. 引言
3. 腐殖质简史
 - 3.1. 腐殖质时期【1840 年前】
 - 3.2. 矿物质时期【1840-1940】
 - 3.3. 生态时期【1940-2000】
4. 腐殖质
 - 4.1. 什么是腐殖质？
 - 4.2. 相关术语
 - 4.3. 腐殖质和土壤有机质
 - 4.4. 腐殖质的特点
 - 4.5. 腐殖质的形成和结构
5. 腐殖质产品
 - 5.1. 什么是腐殖质产品
 - 5.2. 对澳大利亚市售腐殖质产品的调查
6. 腐殖质产品的功能主张
 - 6.1. 腐殖质产品研究
 - 6.2. 植物生长与产品
 - 6.3. 对物理性能的主张
 - 6.4. 对化学性能的主张
 - 6.5. 对生物性能的主张
7. 结论与推荐

1. 内容提要

腐殖质是一种复杂的有机分子，自然存在于土壤、沉积物 and 水中。在泥炭和褐煤中，它们也构成了有机质的很大比例。腐殖质产品由褐煤、泥炭、堆肥和其他有机材料制成。

腐殖质产品的制造商和经销商对其商品的物理、化学和生物特性做了许多主张。本报告针对同行评议文献中发现的证据评估了这些主张。探讨了土壤中自然存在的腐殖质的性质和特征，为土壤腐殖质的比较提供科学依据。来自 15 家澳大利亚公司网站的信息被分析和调查，这些公司销售用于农田种植和牧场生产的腐殖质产品。此外，还包括了几个世纪以来腐殖质在农业中的作用的简要历史。

1.1. 腐殖质简史

腐殖质在土壤中的作用自古以来就被承认，因为它提供了“土地的肥肉”。从罗马人的著作到 20 世纪初，人们一直在努力寻找足够的有机物，以粪肥和堆肥的形式，来建立和保持农业土壤的质量。因为没有足够的肥料，随着时间的推移，土壤也被耗尽了。石灰石、沉积的白垩和泥灰、海沙、池塘泥，以及干燥燃烧的草丛和其他植物的灰烬，都被用作土壤改良剂。

在 19 世纪中期之前的近 2000 年里，科学思维被亚里士多德的学说所主导，植物科学也没有什么进步。随着观察和实验逐渐取代教条，新的发现和理论得到推广，有些后来被抛弃。1840 年以前，腐殖质理论基本上为科学家和农学家所接受。植物通过根系从土壤中吸收可溶性腐殖质，并将其输送到其组织中来获取养分。

到 19 世纪中期，光合作用在植物营养中的作用被揭示出来。德国的斯普伦格尔和李比希以及英国的劳斯和吉尔伯特确定植物需要从土壤中吸收一些矿物质。这些植物营养物质可以由矿物肥提供。**矿物学理论慢慢取代了腐殖质理论，开始寻找肥料的商业来源。**在使用这种新型肥料的地区，种植的粮食超过了人们的消费量。20 世纪化肥的使用使整个人口在历史上第一次免于饥饿。

尽管如此，在 20 世纪 90 年代，集约化农业的可持续性引起了公众的关注，特别是在土壤连续种植而不投入有机物的地方。替代农业哲学和方法，包

括生物动力和有机农业，被发展和建立起来。腐殖质在土壤有机质这一新名称下的重要性及其在土壤性质中的作用是在这一生态时期确立的。

1.2. 腐植质

腐殖质是具有随机结构的极其复杂的超分子。它们在自然界中无处不在，是在腐殖化过程中有机物被分解而自然形成的。腐殖质都具有高度的化学反应性，但又顽固，抵抗微生物的腐解。它们在土壤的一些物理、化学和生物特性方面的作用已经被很好地确定。在上层 10 厘米中，澳大利亚农业土壤含有 13-21 吨/公顷的腐殖质。

尽管经过几十年的大量研究，腐殖质的形成、结构和功能还没有很好地了解。从土壤中提取完整的腐殖质非常困难，因为它们与矿物表面结合在一起。三个组分能被提取出来—腐殖酸、黄腐酸和胡敏素。由于涉及这些提取的费用和时间，许多研究人员在他们的调查中使用商业腐殖质产品，这为产品的潜在性能提供了越来越多的研究。

1.3. 腐殖质产品

腐殖质产品通常作为土壤改良剂出售，经常与植物营养成分混合。它们来源于褐煤、泥炭和堆肥，然后用碱和酸处理。腐殖质产品以各种商品名称和描述在不受管制的市场销售，没有注册或标准化要求。大多数推荐的施用量为每公顷 5 公斤至 1 吨，相当于土壤中天然产生腐殖质的 0.03%至 6%。价格从 7 美元/升到超过 2500 美元/吨不等。

腐殖质产品的主张很大程度上是基于天然腐殖质的性质。大多数研究都是在实验室和温室中用各种介质进行的。那些使用洗砂或无土育苗介质显示出显著增加地上部和/或根的生长。然而，土壤盆栽试验的结果一直没有定论。世界各地进行的田间试验很少。已报道的那些大田试验涉及各种土壤类型、作物、产品、施肥量和方法，没有可重复性。公司网站提供很少的基于试验的证据。

与腐殖质产品有关的一些问题出现了：

➤ 所有腐殖酸产品都是腐殖质吗？

褐煤确实含有不同比例的腐殖质。然而，用碱和酸处理有机废物可能会产生一种看起来像腐植酸，但其行为却不像腐植酸的物质。

➤ 腐殖质产品在土壤中是顽固的吗？

没有关于这些产品在土壤中滞留的信息。作为萃取组分，它们可能比整个腐殖质分子更容易降解。

➤ 推荐的使用量是否足够？

考虑到土壤中自然产生的腐殖质的数量，相对较低的施用量可能会产生微不足道的影响。

➤ 产品质量有保证吗？

来源和加工方法的广泛差异导致了产品质量的巨大差异，即使是同一产品的不同批次之间。

1.4. 腐殖质产品的主张

腐殖质产品制造商声称的个人主张已经根据科学文献进行了评估。大多数被测试的产品含有腐殖酸和/或黄腐酸或盐类。

植物生长和产量

在实验室和盆栽实验中已经观察到积极的萌芽反应。叶面和土壤施用增加了幼苗的生长，特别是根系的生长。在这方面，葡萄、橄榄和土豆都有增产。

土壤结构

实验室和降雨模拟研究表明，腐殖质产品可能在改善土壤结构和减少侵蚀潜力方面发挥作用。然而，在许多公司推荐的低应用剂量下，在该领域并没有显著的效果。

持水能力

根据腐殖质分子如何聚集或与土壤中的矿物成分发生反应，它们具有吸水或斥水的能力。每种情况可能发生的土壤条件尚未确定。

养分的有效性

氮—与腐殖质分子结合的或在制造过程中添加的氮，很大程度上对植物是不可用的。包衣或尿素与腐植酸盐混合的结果不一。对微生物和酶活性的任何影响尚未确定。腐殖质对植物氮素吸收的协同效应也取得了一些积极的结果。

磷—腐殖酸和黄腐酸可以提高钙质碱性土壤和高铝或高铁酸性土壤中磷的有效性。然而，在作物产量上结果好坏参半。在有效磷含量高的土壤上使用这些产品时应小心谨慎，因为通过剖面 and 进入水路的磷运输可能会增加。

阳离子交换量 (CEC)—几乎没有研究腐殖质产品对 CEC 的影响。企业依赖于土壤有机质含量与 CEC 之间建立的良好相关性。

pH 缓冲—腐殖质对土壤的缓冲能力已经确立，商业产品也再次依赖于这一事实。然而，不可能预测某一特定产品的一定数量将如何影响某一给定土壤的 pH 值。腐殖质分子上的可用功能位点存在着相互竞争的化学反应，而有关 pH 值的试验工作还没有完成。

微量元素的有效性—已有充分的证据显示，腐殖质分子在金属离子的吸附、以及它们趋向和进入植物根部的运输方面的作用。然而，如果腐植酸可以抓起并携带微量元素到根部，那么它也可以携带有毒的重金属。

土壤修复

腐殖质及其产品在土壤重金属和有机污染物修复中的作用已得到广泛的证实。具有很大潜能，但是腐殖质分子在具体情况下的活性是不可预测的。研究人员目前正在致力于设计“腐殖质”，以执行特殊的任务。

生物效应

腐殖质产品对植物生长的直接影响在实验室中已经得到证实，但其作用机制尚不清楚。研究人员正在研究一种可能的类似激素的效应，以及改善微量营养元素的吸收。

1.5. 结论和推荐

腐殖质产品在农业方面显示出一些潜力，**特别是在磷、微量元素的有效性以及土壤修复方面**。然而，在进行广泛的田间试验、腐殖质产品与其他土壤改良剂进行比较并进行成本效益分析之前，**不能对其使用提出任何建议**。