

标准土壤生物熏蒸原理与应用

几十年来，化学农药熏蒸在与集约农业系统有关的作物保护方面发挥了重要作用。这些合成土壤熏蒸剂不仅对病原微生物、害虫有毒，也对环境、人类和许多有益土壤生物有害。长期的土壤化学熏蒸破坏了土壤生态系统，加之过量使用化学肥料、农药，土壤生产力大幅下降。

“象这样再熏蒸二年，地就没法种了”，一个农民亲身体会。

而且，某些病原菌、害虫已对常用化学熏蒸剂产生了抗性，效果逐年降低。

世界各国包括中国将对化学熏蒸剂的使用越来越严格限制。

因此，所有这些负面影响促使科学家寻找可持续、经济可行和无污染的替代管理方法。土壤生物熏蒸的理论与方法应运而生！

所谓**土壤生物熏蒸**，广义上是指：(1)土壤抑菌、(2)有机物料熏蒸和(3)标准生物熏蒸；狭义上只是指：标准生物熏蒸。据了解，目前中国农资市场上还很少有《标准生物熏蒸剂》产品销售。

益禾箭公司引进国外先进生物熏蒸技术，经过研究、改进，近期已经正式推出了首款标准生物熏蒸剂《**百忧解™ BF**》，填补了国内技术与市场空白。

1. 抑菌性土壤及产生机制

1.1. 导病型土壤

指容易感染病害的土壤。

1.2. 抑病型土壤

指病原菌不能定殖，或能定殖但危害很小或没有危害。

(1) 微生物菌剂抑病型土壤

向土壤补充人工选育的优良抗病、抗虫微生物菌种（微生物肥料、微生物接种剂），以增强土壤的抗病虫害能力。

市场上抗病微生物菌剂质量差别很大，要慎重选用实践检验的优良品牌。

(2) 普通抑病型土壤

(3) 与土壤微生物的整体活性相关，也与土壤理化性质有关如 pH 值，并且普通抑菌性土壤的抑菌性不能向导病型土壤转移。

土壤微生物数量大、多样性高、微生物区系保持动态平衡，是形成普通抑病

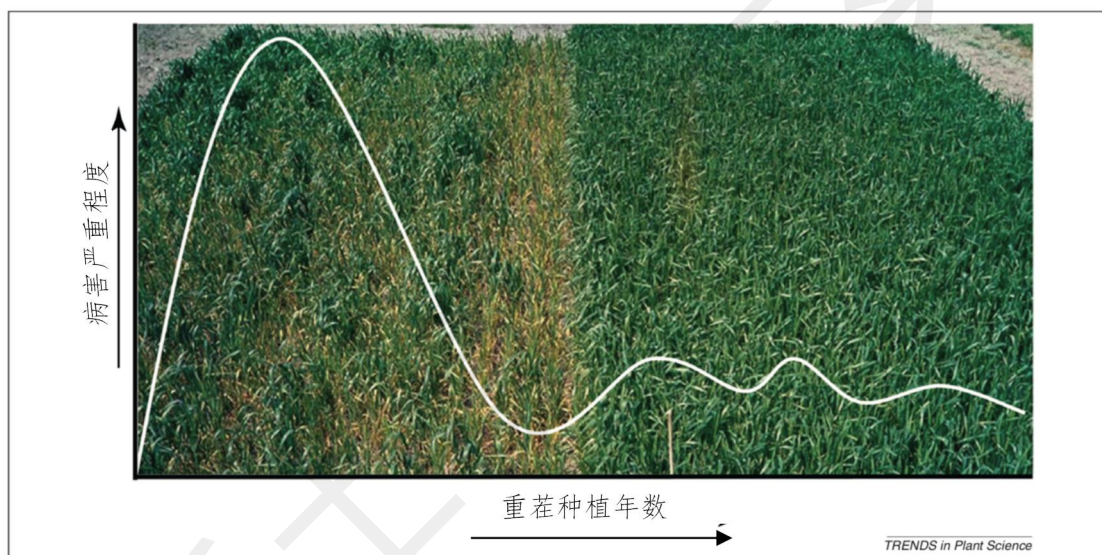
型土壤的关键因素。

(4) 特异型抑病土壤

由土壤中某类天然微生物作用引起的。可转移性是特异抑病型土壤的主要特征：当把特异抑病型土壤按比例（5%-10%）接种到导病型土壤后，导病型土壤能向抑病型土壤转化。

连作可导致重茬病，但某些作物数年连作可形成特异抑病型土壤。特异抑病型土壤形成的本质是：抗病微生物种群的作用。作物发生病虫害后，会诱导形成特定根际抗病微生物群组。

如何对土壤微生物进行管理，形成特异型抗病根际微生物群组？目前还没有



找到有效途径与方法。这可能是今后微生物肥料的发展新方向！

2. 有机物料熏蒸原理

将有机物料均匀撒于土壤表面，翻耕均匀，灌水至饱和，覆盖地膜，造成厌氧环境，物料产生有毒气体，杀菌杀虫。

每亩土地使用粪肥（牛粪、羊粪、猪粪、鸡粪等）或商品有机肥 2-4 吨或 4-6 立方米，其中 200-400 公斤有机物料须为：低 C/N (<20)、高 N 含量物料，如鸡粪、猪粪等，这种物料在厌氧条件下会产生更多的有毒气体。

揭膜后 5-10 天再整地种植，使有毒气体充分散失。

3. 标准土壤生物熏蒸原理-真正的生物熏蒸指的是什么？

3.1. 天然的植物材料或化合物施于土壤后，产生挥发性有毒化合物(VOCs)，利用这些气态有毒物质杀灭土壤病虫害的过程称为**土壤生物熏蒸**。

芸苔属植物组织中含有大量的硫代葡萄糖苷(GSLs)化合物，GSLs 被芥子酶(MYR)水解，释放一系列水解产物，包括恶唑烷硫酮、腈、硫氰酸酯和各种形式的挥发性异硫氰酸酯(ITCs)，这个过程也被称为 GL-MYR 系统。这些水解产物，特别是 ITCs，具有广泛的生物（真菌、细菌、线虫、杂草种子等）杀灭活性。

硫代葡萄糖苷类化合物(β -D-硫代葡萄糖苷是含硫**稳定无毒的化合物**)，位于细胞液泡中，通过其有机侧链(R 基团)的不同而区分，可分为脂族、芳香型或吲哚型。它们存在于植物的各个部分，在组织破坏时，硫代葡萄糖苷会与芥子苷酶(即硫代葡萄糖苷酶)接触，催化水解反应。芥子苷酶是一种内源性、存在于芸苔属植物组织中的酶，但储存在细胞壁或细胞质中，远离硫代葡萄糖苷。

生物熏蒸的植物材料主要为十字花科芸苔属，但也包括十字花科的其他属或其他科如山柑科等。通常被认为可以进行生物熏蒸的植物种类多见于十字花科，包括甘蓝、卷心菜、菜花、羽衣甘蓝、油菜、萝卜和各种芥末等。

不同植物材料 GSL 含量差别巨大，同一植物材料不同器官 GSL 含量也不同，同一植物中可能含有多种硫苷，**所以植物材料的选择非常重要**。

另外，合理的剂型，如何促进有毒气体的释放也很重要。

也可将植物材料加工成粉状或提取物后应用。

3.2. 生物熏蒸方式

- 原位翻耕：种植芸苔属植物，成熟后原位翻入土壤中。



- 标准生物熏蒸剂-选硫苷含量非常高的植物材料，或进一步加工，提取其有效成份，再加入助剂、辅助原料，甚至有机物料降解微生物菌剂。

将标准生物熏蒸剂单独或与有机肥料混合后均匀施入土壤中，覆膜。

- 地面浸出技术 (GLT) 系统：该系统是为了改善传统有机改良剂（有机物料熏蒸）的缺点而开发的。GLT 系统开发的准备工作包括：从种植地里收集植物，将材料切成小块，然后在 52℃ 下干燥 72 小时。之后，将干燥的材料粉碎，通过 1 毫米孔径的筛子，加入辅助原料，也可以造粒。

尽管 GLT 系统是劳动密集型的，并且要求在作物生长季节至少施用两次，但该系统在小农户中已经很受欢迎。



地面淋溶技术 (GLT) 系统

以生物熏蒸为基础的 土传病害综合治理方案

过去几十年来，种植者高度依赖化学熏蒸剂消灭土传病害。大部分化学熏蒸剂将因环境保护或生物抗性而淘汰或退出市场。

在确定用于控制土传植物病虫害的更环保的替代方案的过程中，人们对生物熏蒸的兴趣有所增加。然而由于土传病害的复杂性和顽固性，一种方法很难达到理想效果，特别是在病虫害严重的情况下。

对于土传病害，必须综合采用多种、互补的防治措施，以取代典型的化学合成土壤熏蒸剂。为此，创迪微生物资源公司制定了以生物熏蒸为基础的综合病虫害管理方案（IDPM），这一方案的核心是：将**太阳暴晒与生物熏蒸**相结合、标准生物熏蒸与微生物菌剂熏蒸、有机物料熏蒸相结合。

- 这是一个十分成熟的方案，已经国内外研究和实际应用证实。
- 大部分环节用户自备当地原料，只有 2-3 个环节需购买益禾箭公司产品。
- 似乎程序繁琐，但操作并不复杂，相对化学熏蒸效果好，成本低。
- 更重要的是，这一方案可同时增加土壤有机质含量，保护土壤生产力。



日光暴晒与高温闷棚

土传病害综合管理方案

(integrated disease and pest management IDPM)

