



孟加拉国的木霉菌堆肥

ECHO Asia Notes, Issue 24
June 2015

作者：Md. Mokhlesur Rahman和Philip Mathew Birkey

翻译：李岚

[编者注：在过去的几年间，ECHO亚洲已经开始合作研究、指导训练和宣传推广生物控制真菌的使用，众所周知的有木霉菌和白僵菌。这篇文章简要地分享了门诺派中心委员会（MCC）孟加拉和孟加拉农业研究中心（BARI）关于木霉菌堆肥技术和益处的发现。]

介绍

什么是木霉菌堆肥？

木霉菌堆肥是把有益真菌，木霉菌（*Trichoderma* sp.）的孢子加入制作过程的堆肥。木霉菌属是很多有害真菌的自然天敌；当它被加入堆肥后，堆肥会成为一种抗菌剂来保护地里的作物。

从哪里获得木霉菌？

木霉菌（*Trichoderma*）是一类存在于自然界的有益真菌。为了获得木霉菌的纯培养物需要把它从土壤中分离出来。用蒸馏水把植物根附近的土壤样本稀释106倍，并用消毒马铃薯葡萄糖琼脂（sterilized Potato Dextrose Agar，PDA）媒介作为接种物来让这种真菌生长。把木霉菌与PDA培养基上的其他细菌隔离开（为了观察孢子/分生孢子），然后把纯培养物放进相同的培养基里。更高稀释程度的土壤样品会导致细菌群在培养基里生长而不是真菌，这样就不符合要求

木霉菌接种物是一种用于木霉菌堆肥准备阶段的新鲜的木霉菌纯培养基。它通常在实验室生产，在这里特殊的木霉菌能被分离和繁殖出来，同时不会有其他真菌的污染。

什么是木霉菌沥出液（*Trichoderma* Leachate）？

木霉菌沥出液是来自于木霉菌堆肥堆积过程中肥堆产生的汁/浆（Nahar et al., 2012）。这种沥出液通常每一单位都包含了比堆肥本身更高含量的木霉菌孢子。这种沥出液对于植物来说营养价值也很高，能被用作叶喷剂（经稀释后）。或者，它也能被用作下一批堆肥的木霉菌接种物（Deepthi and Reddy, 2013）。木霉菌沥出液的使用细节稍后会介绍。

制作木霉菌堆肥

要素

2008年，MCC获得BARI的指导来研究木霉菌堆肥。BARI已经发展出一个制作这种堆肥的方法，但还需要帮助孟加拉的组织和农民找到合适的方式来使用它，因为当地的系统要成功制作很难。MCC联系了一个它的合作伙伴，Grameen Krishok Shahayok Sangstha (GKSS)。这是一个已经在做蚯蚓粪堆肥（vermi-composting）的组织，他们同意协助这项研究。通过研究和田野实验，一种固定混合物被发展出来，如下：

- 25%的牛粪(富含氮，碳氮比例（C:N）是8)
- 5%的木屑(作为碳的来源)
- 36%的家禽粪便(提供钙和氮，并降低土生疾病发生率)

- 33%的水葫芦(提供钾)
- 0.5% 灰烬(提供钾)
- 0.5% 玉米麸皮maize bran (作为接种物的食物)

这些要素的好处

使用这种混合物有几个原因。牛粪和水葫芦在孟加拉非常易得，也是营养和有机物的不错的来源。

家禽粪便的加入一方面是需要它的营养成分另一方面它对线虫和细菌有影响。在孟加拉MCC的实验里，我们发现把家禽粪便撒在植物周围成功控制了番茄和茄子的细菌（MCC研究报告）。当在木霉菌堆肥里使用了家禽粪便，这种能力就能在堆肥中保留下来。家禽粪便里有一些酚物质，它能作为抗菌物质来防止细菌性枯萎病。家禽粪便还富含氮和钙能使植物细胞强壮并使植物能抵抗线虫导致的根瘤（Faruk et al., 2011），还要防止可能分别导致细菌性枯萎病和腐烂的细菌和真菌的双重感染。

水葫芦提供大量有机物质，但是它的碳氮比例高；它包含的碳是氮的29倍（Mathew et al., 2014）。相比之下，家禽粪便和牛粪含有在堆肥制作过程中会快速释放的大量氮，这样会无意地形成氨气漏进大气中。这就意味着把水葫芦和家禽粪便混合能增加整个堆肥混合物的碳氮比例，从而能最小化堆肥中氮的流失（Compost Fundamentals, 2015）。把水葫芦加入木霉菌堆肥能通过分解过程用微生物把氮固定下来。尽管在孟加拉没有把动物的尿液用在木霉菌堆肥混合物中，但它也是一种可用的氮的来源。和家禽粪便一样，水葫芦的存在能帮助固定堆肥里的氮。绿色的水葫芦还能作为堆肥的碳水化合物的来源（Luu and Getsinger, 1990），从而替代其他绿色材料，但是可能碳含量没有水葫芦高。

灰烬能增加堆肥的矿物质，特别是钾。玉米麸皮是作为木霉菌（*Trichoderma*）培养基（碳水化合物/能量的来源），加入堆肥混合物的为的是让木霉菌蓬勃生长和繁殖，特别是在制作的开始几天。

除了作为碳的来源，木屑和水葫芦能使堆肥混合物松软和有助于透气。木屑也能防止最终产品（堆肥）被压紧和固化而变得易碎。

这些要素在孟加拉非常易得，与其它材料相比价格更合理。当然，市场价格要持续监控，因为这些材料的价格和获得渠道会随时间变化。

在接种物中混合

孟加拉使用的接种物混合体是1吨堆肥包括1升木霉接种物混合0.5千克的蜜糖和20-25升的水，然后和上面提到的要素混合在一起。在放入堆肥容器之前要把要素和接种物混合体充分混合。一开始，MCC孟加拉用一种分层的方法把堆肥混合物放入容器中，即每铺一层要素撒一层接种混合物。但是这种方法不好，有几个原因：这种方法劳动非常密集，它要求搅拌堆肥以促进木霉菌丝体与堆肥材料充分混合从而让材料内层更好地降解（这是味道很大的工作没有劳动者喜欢），但搅拌会破坏真菌喜欢的自然温暖的环境。目前的方法是使用水泥管，下一段会具体论述，这种方法很有用（堆肥能很好地混合，湿度也能恰到好处地保持，堆肥也不会被挤压）。



Md. Aftab Ali正在展示他的堆肥设备。蓝塑料布垫在下面。水泥管能促进木霉沥出液的采集。



Md. Bazlur Rashid 在放入堆肥容器或水泥管之前混合堆肥材料

堆肥容器尺寸和水泥管道的使用

堆肥容器的高度很重要，因为要考虑挤压的问题。因为堆肥混合物包含33%的松软水葫芦，分解过程之后，它的质量会大大减少。因此，如果堆肥没有足够高，不用几天它就减少成很薄的一层，可能就不够保持木霉菌喜欢的自然温热的环境。通过他们的研究，我们的工作人员发现10' x 5' x 4.5'的容器是堆肥最佳尺寸。这种尺寸没有太小而能适当透气，也没有太大而让木霉菌能产生多余的热量，从而加速整个过程。如果容器太大，难透气成为一个问题。如果容器太小，堆肥会损失它的剩余热量同时木霉菌会工作得太慢。

为了达到这些要求，现在MCC孟加拉大部分使用公厕水泥管作为我们的容器。把这种管道3个摞在一起，填充包括240升水的400千克堆肥材料，最后每个管道生产出120到140千克最终产物。使用这种管道是因为在孟加拉国农民能广泛获得，而且它们的尺寸非常合适只有一头牛的农民。经典的设计是10' x 5' x 4.5' 尺寸有一个水泥底和一个排水系统，这样就形成一个采集系统来收集堆肥产生的沥出液。但是在MCC孟加拉，使用经典设计经济上是不

合理的。所以，作为替代，用一层聚乙烯塑料布垫在容器下面，只要不被刺穿，它作为一种权宜之计的防水层非常好用。沥出液是应该被收集起来的，并倒回刚开始10天的堆肥中。开始10天的沥出液不是真正分解过程的结果，更多的是从堆肥混合物虑出的额外的水分（带有木霉菌孢子）。把它放回堆肥容器能保持堆肥混合物湿润并促进分解的过程。从15天开始前面的分解过程完成，沥出液可以被收集并瓶装起来，因为它有多种好处，后面会描述。使用瓶装液体要小心，因为液体释放出的气体会使瓶子爆炸（Deepthi and Reddy, 2013）。

监控容器并常规维护

把堆肥放进容器后，一些监控是必须的。MCC孟加拉的工作人员建议每7-15天用一根温度计（绑在棍子上）或用针型温度计插入每一个容器的中心来检查温度。一旦木霉菌开始生长和繁殖，堆肥的温度应该会根据外界的温度和容器的尺寸的不同上升到50-60°C。温度降低是木霉菌湿度太低的标志，或者意味着整个过程快完成了。监测的另一种方法是把一根棍子戳到堆肥中间再戳到底下然后拔出，检查棍子的颜色的不同，分解了的材料会让棍子颜色变深，但是未分解的堆肥混合物会使棍子没有那么深（牛粪自然的颜色）。因为表面有充足氧气木霉菌生长更快所以分解过程从表面开始向下移动。气味是另一种检测是否接近完成的指标；相比粪便和腐坏部分开始的气味，完成的堆肥气味有点甜。以MCC孟加拉的经验，平均温度是35°C的夏天，堆肥制作过程需要大概45天。冬天，温度降到只有10°C，制作过程需要70天。

木霉菌堆肥的使用

木霉菌最主要的用途是作为土壤改良剂。像传统的堆肥一样，它改善土壤结构、改善保水能力、帮助调整土壤pH值，帮助保持土壤温度。以2到2.5吨/公顷的比例施用。它能用在土地整理阶段，和/或作为农民的植物的一种附属或常用药剂。

木霉菌堆肥相比传统堆肥的额外好处是：

- 木霉菌堆肥是一种自然抗菌剂抵抗有害真菌（*Pythium* sp, *Sclerotium* sp, *Phytophthora* sp, *Rhizoctonia* sp, *Fusarium* sp, *Botrytis* sp, *Sclerotonia* sp），它承担起处理土壤疾病和真菌性枯萎的责任；
- 因为内含家禽粪便，木霉菌堆肥能提供对细菌性枯萎和线虫的抵抗（Gapasin, 2007; Nahar et al., 2012）；
- 木霉菌堆肥应该可以作为植物生长促进剂（Celar and Valic, 2005; Rabeerdran et al., 2000; Inbar et al., 1994; Lynch et al., 1991; Hoyos-Carvajal et al., 2009）。

之前提到，木霉菌沥出液作为木霉菌堆肥制作过程中的副产品有很多用途。在孟加拉的一个困难就是，制作木霉菌接种物对于农民来说过于复杂，需要在实验室里制造。这使得木霉菌接种对农民来说很难成功。为了处理这个问题，MCC孟加拉和我们的搭档经过研究然后发现木霉菌沥出液包含足够的孢子来作为接种物的替代品，它在更换新的之前能用6代堆肥生产。最近的研究正在观察是否通过这种过程生产的堆肥能含有新鲜接种物生产的所有相同的好处。

木霉菌沥出液在孟加拉的另一种重要用法是作为一种叶片喷剂。在放入喷壶之前要先过筛（因为沥出液中的固体成分可能会堵塞喷壶），然后用每升水放20毫升来稀释。这种喷剂最重要的用途是用于开花期果树，因为它能为处于生长重要时期的树提供营养和激素。MCC孟加拉也发现在蔬菜幼苗或生长阶段喷这种溶液有好处。由于沥出液也含有微量养料，使用者需要注意在植物生长阶段过量使用会导致过多的叶片生长而果实生长过少（过度施肥的结果）。在水果或蔬菜收获之前不久喷洒沥出液可能会导致水果和蔬菜带有沥出液的臭味。

Md. Abdul Mannan 的故事

[注：以下是关于一个在波格拉附近的农民从使用木霉菌堆肥受益的故事]

Md. Abdul Mannan 是一个来自孟加拉波格拉地区的农民。他收入的主要来源是蔬菜种植。他有一个女儿和两个儿子；他们现在都在大学读书。Md. Mannan 和他年迈的母亲生活在一起。他家总共有5个家庭成员。

Md. Mannan 有0.485公顷土地，种蔬菜和水稻很多年了。每年Md. Mannan发现他需要喷大量杀虫剂来控制他的菜地和稻田里的害虫。他也在他的土地里使用大量化肥。因为有这些昂贵的投入，他没有获得很高的收益。对他来说很难负担一家人的生活开支，还有他的孩子的教育开支。

一天，Md. Mannan 被选为Grameen Unnayan Prokolpo (GUP)的受益人，这是MCC孟加拉食品安全项目的合作NGO。GUP 对蔬菜种植实施了综合害虫管理技术（IPM）。Md. Mannan 在GUP院子会议中接受了关于IPM的信息。院子会议是把一组农民聚在某一家院子里进行的短期培训会议，就像一个农民田间学校。

在接受GUP的支持者的训练之后，Md. Mannan 开始在他家制造木霉菌堆肥和蚯蚓粪堆肥（使用蚯蚓粪制作堆肥）。他也学到用信息激素控制害虫。雌虫常常发出性信息激素吸引同类雄虫来交配（Knodel, Petzoldt, and Hoffmann, 1995）。合成信息素被用作吸引雄虫来捕杀它的诱饵，从而使得单独存活的雌虫无法交配和繁殖。在制作了这些堆肥和信息素后，他开始在他的蔬菜田里使用。

通过使用木霉菌堆肥、蚯蚓粪堆肥和信息素，Md. Mannan 已经能大大降低化肥和杀虫剂的花费。此外，从他的地里生产出了高质量的蔬菜。最近他在他的地上种植了茄子、扁豆 (*Lablab purpureus*)、豇豆、丝瓜和辣椒。通过使用他在GUP学到的有机农业方法，Md. Mannan 获得较高的作物生产力，还有不错的颜色和旺盛的蔬菜生长。去年，Md. Mannan 通过卖蔬菜获得865美元，而相同土地的其他农民的平均收益是288美元。他非常高兴能看到IPM技术的有益结果：因为这些IPM技术使他获得了比过去更多的钱。现在他和他的家庭成员非常高兴，因为他们的收入增加了。由于这个成功，Md. Mannan 仍然继续在他的地上实践IPM技术，他说在未来他还会继续实践。



(above 上图) Md. Abdul Mannan 在他的丝瓜地的一个信息素捕捉器旁边。(below 下图) Md. Abdul Mannan在他的木霉菌堆肥的棚下展示堆肥。

References 参考文献:

- Celar, F. and N. Valic. 2005. Effects of *Trichoderma* spp and *Gliricidium roseum* culture filtrates on seed germination of vegetables and maize. *Journal of Plant Disease Protection*, 112 (4): 343-350.
- Deepthi, K. P. and Reddy, P. N. 2013. Compost teas – an organic source for crop disease management. *International Journal of Innovative Biological Research*, 2 (1): 51-60.

- Faruk, M. I., Rahman, M. L., Ali, M. R., Rahman, M. M. and M. M. H. Mustafa. 2011. Efficacy of two organic amendments and a nematicide to manage root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 36(3): 477-486.
- Gapasin, D. P. 2007. Integrated pest management collaborative research support program. *South Asia (Bangladesh) Site Evaluation Report*, 2p.
- Hoyos-Carvajal, L., S. Ordua and J. Bissett. 2009. Growth stimulation in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Trichoderma*. *Biological Control*, 51: 409-416.
- Knodel, Janet J., Curtis H. Petzoldt, and Michael P. Hoffmann, 1995. Pheromone Traps - Effective Tools for Monitoring Lepidopterous Insect Pests of Sweet Corn. *Vegetable Fact Sheets*, Cornell University. http://www.nysipm.cornell.edu/factsheets/vegetables/swcorn/pheromone_traps.pdf
- Compost Fundamentals, 2015. *Whatcom County Composting*, Washington State University. http://whatcom.wsu.edu/ag/compost/fundamentals/consideration_reclamation.htm
- Inbar, J., M. Abramsky, D. Cohen and I. Chet. 1994. Plant growth enhancement and disease control by *Trichoderma harzianum* in vegetable seedlings growth under commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology*, 100: 337- 346.
- Luu, K. T. and K. D. Getsinger. 1990. Seasonal Biomass and Carbohydrate Allocation in Water Hyacinth. *J. Aquat. Plant Manage.* 28: 3-10.
- Lynch, J. M., K. L. Wilson, M. A. Ousley and J. M. Wipps. 1991. Response of lettuce to *Trichoderma* treatment. *Letters in Applied Microbiology*, 12: 59-61.
- Mathew A. K., Bhui, I., Banerjee, S.N., Goswami, R., Chakraborty, A.K., Shome, A., Balachandran, S. and S. Chaudhury. 2014. Biogas production from locally available aquatic weeds of Santiniketan through anaerobic digestion. *Clean Technologies and Environmental Policies*. 10.1007/s10098-014-0877-6 <http://link.springer.com/article/10.1007/s10098-014-0877-6#page-1>
- Mennonite Central Committee (MCC) Bangladesh Research Report 33 & 34.
- Nahar, M. S., Rahman, M. A., Kibria, M. G., Karim A. N. M. R. and S. A. Miller. 2012. Use of tricho-compost and tricho-leachate for management of soil-borne pathogens and production of healthy cabbage seedlings Bangladesh. *Journal of Agricultural Research*, 37(4): 653-664.
- Rabeerdran, N., D. J. Moot, E. E Jones and A. Stewart. 2000. Inconsistent growth promotion of cabbage and lettuce from *Trichoderma* isolates. *New Zealand Plant Protection*, 53: 143-146.