

## 制造能进行生物控制的真菌木霉菌和白僵菌

ECHO Asia Notes, Issue 20

March 2014

作者：Brock Mashburn, Niemeet Chompoonthong and Dr. Abram Bicksler; ECHO 亚洲影响中心

翻译：李岚

### 介绍

在自然界，很多种类的有害真菌能快速杀死一棵植物，例如镰孢菌，它是导致镰孢枯萎病的原因，还有葛锈病菌导致大豆锈病（图 1）。真菌不能靠它们自己制造营养，所以他们必须找到其他资源；有时资源是老面包、橘子皮、一截腐烂的树桩，或植物的分离部分。这些病原真菌在空气流通不畅，排水缓慢，过度灌溉或雨水太多的环境中生长茂盛。用恰当的植物间距、有计划的灌溉、移除真菌可能寄生的东西如旧的种植材料和野草等可以避免这些不良环境。但是不管我们做什么，病原真菌依然有机会在这个时候那个时候影响我们的植物。

不幸的是，在我们现代社会，导致严重的环境污染的化学肥料和杀虫剂已经变成了农业生产的标配。这些农业方法让农民越来越依赖人工投入，从而环境不平衡接踵而来。

当然还是有幸运的地方，真菌王国不仅仅只是不受约束的病原入侵者居住的看不见的阴暗角落。在其中还有两种有益的真菌，木霉菌属和白僵菌，针对他们的有益特征在农业生产领域已进行了广泛的研究。这些真菌的潜力特别让人激动，因为它们有能力减少抗杀真菌剂的病原真菌从而促进农业生产率。<sup>1</sup>

### 球孢白僵菌

**球孢白僵菌**是一种普通的土壤生真菌，普遍存在于世界各地。它是昆虫病原真菌。当**球孢白僵菌**的孢子接触到昆虫的外壳时，它们就会渗透进外骨骼并开始产生一种叫白僵菌素的毒素，这种毒素会持续削弱宿主的免疫系统直到昆虫死亡。<sup>2</sup>最终，这种真菌会占满整个体腔。在高湿度的环境下，白僵菌在较柔软的身体部分生长，当这种真菌覆盖在身体上就会形成一种“白花”的特征（图 2）。这整个过程是缓慢的，需要 3 到 7 天，因此用它压制昆虫数量是需要时间的而且单一量是不够的。所以，注意白僵菌只能压制昆虫数量而不能完全消灭。它可以杀灭平均 50-75%的昆虫。在较高湿度的时间和昆虫生长期之前释放白僵菌将事半功倍<sup>3</sup>。

---

<sup>1</sup> Studholme

<sup>2</sup> Caldwell, 113

<sup>3</sup> Caldwell 114

白僵菌主要推荐用于控制咀嚼类害虫，如粉虱和甲虫。因为需要和昆虫有接触，它能在任何时候使用并不会对蜜蜂数量造成影响，特别是蜂巢在其他地方。当然也要避免在蜜蜂活动频繁的时间释放此菌。除了控制农业害虫，某些品种 of 白僵菌还能有效抵御臭虫和白蚁。在你购买商业品种之前，请做一些研究或读一下标签了解哪种品种有效。当然大多数研究已经了解了白僵菌的杀虫效力，一些研究显示白僵菌可以杀灭土壤真菌例如丝核菌，这是一种导致腐烂，根腐病和很多植物的其他病原状况的病原真菌。<sup>4</sup>

## 木霉菌属

木霉菌属也是一类真菌，广泛出现在世界各地，不同的品种生长在不同的地方，因此有‘sp’这个标签在上面。这类菌经常在单独的农业土壤中发现，或以绿色斑点在树皮和腐木上出现（图 3）。几种品种的木霉菌已经发展成了生物防治工具。作为一种分解物质，木霉菌也用于帮助加速堆肥成型。木霉菌属是最有效的种子处理工具，以防止其他真菌造成种子死亡，同时它也可以保护幼苗。在这方面，木霉菌比化学种子处理法表现更好。另外在促进发芽方面，木霉菌存在于土壤和植物中，提供化学方法不能提供的长期益处。<sup>5</sup>当做成溶液喷洒后，木霉菌最大的好处就是可以作用于花朵，避免真菌生长从而减少果实。



（从左到右）图 1：镰孢菌使番茄枯萎，镰刀菌是能影响上百种植物品种的真菌病原体。（图片来源: Mercure, 1998）图 2：在比较潮湿的环境下白僵菌的“白花”特征。（图片来源: Surendra, 2013）图 3：木霉菌自然地出现在木桩上。（图片来源: Samuels, 2014）

最近，木霉菌能制造瞄准和降解甲壳素的酶的益处开始被考虑，甲壳素是真菌和昆虫细胞壁结构的组成。最近研究也显示木霉菌多样的好处源于不同的机制。<sup>6</sup>还显示它能够通过相互作用能促进宿主植物的植物生长素产生，从而增加植物总生物量和促进

<sup>4</sup> Ownley

<sup>5</sup> Harman

<sup>6</sup> Contreras-Cornejo

侧根的生长。植物生长素是一种植物激素，在植物生长和发展中不可或缺。木霉菌与一些植物能形成共生的关系，甚至生长在植物的脉管系统里和细胞之间<sup>7</sup>，帮助植物抵御叶面真菌病原体（例如水稻的水稻枯萎病）。<sup>8</sup>与没有木霉菌的植物，有这种真菌的植物能更好地耐受非生物威胁。<sup>9</sup>当然，它的抗菌能力对蘑菇生产有害。

## 制造白僵菌和木霉菌

在实验室环境里白僵菌和木霉菌的许多组成部分都被进行了研究。大多数具有高效有益特征的品种都被分离出来并进行再繁殖，在东南亚还有了商业买卖。由于品种不同产生的霉菌就不同，这使它们的潜在影响不可预测。<sup>10</sup>所以，我们不建议你试图找到和再繁殖你自己的本地品种。我们还是建议你创造促进这种有益菌生长的土壤环境。你要使用最小耕作或免耕技术，并且要进行覆盖和不撒化学杀真菌剂。

幸运的是，在家制造你自己的白僵菌或木霉菌溶液是可能的并且十分容易。首先，购买一个商业品种，通常是一种干粉形式。保存好这些，它是作为你繁殖更多批次真菌的初始资源。真菌在经过很多代后很容易进化，如果你持续使用之前批次的孢子为你的基底接种，几代之后你会发现比开始有些东西十分不同了（效力非常低了）。每当你创造一个新批次时还是应该使用购买的商业品种。

## 必需品

不管是不是有益真菌，都要小心避免任何细菌进入你的肺或眼睛。接种真菌时，我们建议带着护目镜，防尘面具和手套。白僵菌特别会对人类造成影响，但是只是在一些特殊的环境下。所有已经报道过的 4 个案例显示成为宿主的人的免疫系统被严重破坏。

其他你需要的材料有：干净的大米或高粱、水、一个煮饭的锅和勺、干净的大塑料袋、橡皮筋、针以及你的木霉菌或白僵菌粉末（图 4）。

---

<sup>7</sup> Hermosa

<sup>8</sup> Studholme

<sup>9</sup> Hermosa

<sup>10</sup> Contreras-Cornejo



图 4: 制造真菌溶液的必需品。图中的罐里是白僵菌。(照片来源: Brock Mashburn)  
过程

1. 把三份米和 2 份水在煮饭锅中混合（3：2）。如果更便宜或更容易获得，高粱可以替代大米。把煮饭锅装满，然后开始煮。
2. 饭煮好后，把 2 到 3 大勺煮好的饭放进一个新塑料袋里。把饭包好，然后勒紧口袋并将袋口折叠避免空气进入直到冷却。让饭慢慢冷却直到它不烫手。
3. 打开袋子撒 1/2 勺木霉菌和白僵菌粉末在饭上（图 5）。关闭袋口并用橡皮筋把袋口扎紧（图 6）。不要试图把所有空气甚至是饭之间的都排干净。把孢子和饭充分混合。然后再把饭储存好。

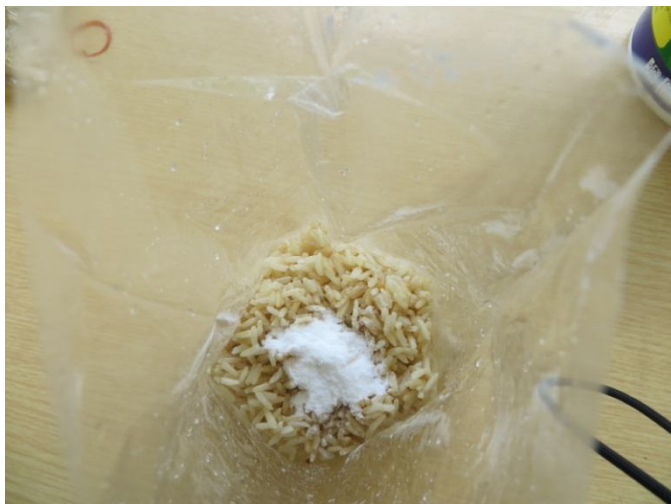


图 5: 每袋米中不需要太多孢子。(照片来源: Brock Mashburn)

4. 用针在袋子没有饭的地方打 10-15 个孔。这些孔能让空气流通。当然，在这个过程中可以做一些改变从而减少可能的污染。代替橡皮筋缠绕口袋并针刺口袋，你可以用线把一个 3 厘米的 PVC 管绑在袋口，然后用棉球或撕碎的布条塞满管口。棉球和布条可以让空气流通并避免污染。经常用的是编织袋（图 6）。



图 6: 两种储存方式: 上面: 用橡皮筋封闭袋子, 然后戳几个洞在顶部。下面: 把一截 PCV 管绑在袋口。用布条或棉花塞住管口。(图片来源: Brock Mashburn)

5. 把袋子储存在一个干净（最好消毒）的室温的室内。要有自然光或人造光源。
6. 两天以后，再次混合袋子里的大米并再次包裹好。
7. 7天后，真菌应该已经覆盖满全袋。它现在已经可以使用了，它可以在袋子里生存 3 到 4 个星期。健康的木霉菌应该有一股椰子的味道并常常是深绿色（图 8），也有白色或浅黄色。白僵菌无味且为白色（图 6）。



图 8: 泰国木霉菌的大量生产。(照片: IPM Thailand, 2013)

如果你见到不同颜色，特别是黑色，而且发出恶臭说明你的袋子被其他真菌污染了。不要使用任何受污染的混合物，就算是有些部分还算纯正。请丢弃整个塑料袋。

如果问题持续，试着在生物罩或类似生物卫生机器下完成整个过程。在 ECHOcommunity.org 可以获得建立一个家庭用的生物罩的说明（图 7）。



图 7: Niemeet Chompoothong 在 ECHO 自制生物罩下工作。(图片来源: Brock Mashburn7)

对于接种木霉的不同方式，详见以下“其他有帮助资源”的“PhilRice”。

## 使用白僵菌和木霉菌

当你的木霉菌袋或白僵菌袋准备好了以后，把 1 千克接种过的饭稀释进 200 升的水里制造成喷洒的溶液。把袋子和饭漂洗干净确保获得所有可能的孢子。把饭从液体里分离出来。一旦木霉菌或白僵菌与水混合之后，它必须尽快使用或丢弃。混合溶液不能长时间保持效率。

当害虫持续不断时每 3 到 4 天喷洒溶液，特别是叶子下面。在高湿度环境下、溶液孢子高浓度且害虫还小时喷洒特别有效。在害虫或真菌得到控制之后，你还可以进行一周一次的喷洒。不要在溶液中混入其他东西，同时也避免在喷洒木霉菌或白僵菌的前 4 天和后 4 天喷洒其他东西。<sup>11</sup>

接种了木霉菌的饭也被直接加入堆肥堆、盆栽土壤或种植区中（请在种植植物的三天前加入）。<sup>12</sup>

## 总结

“自然农业”方法鼓励使用自然的方法来替代有潜在伤害的化学或无机杀虫剂、杀真菌剂和肥料。很多这些方法在西方农业或学术领域没有被广泛认识。现在，木霉菌和白僵菌作为有益的生物控制方式在全世界范围内都进行了广泛地研究和商业应用。两种真菌都很简单就以低成本被在繁殖，他们的潜力使他们受到关注，也使他们正在被学术界和亚洲的农民所接受。

---

<sup>11</sup> Caldwell 115

<sup>12</sup> This is the rate used by Maejo University, Chiang Mai, TH: Boonsong Thansrithong, Agriculture Program Manager, ECHO Asia

## 参考文献

Caldwell, B., Sideman, E., Seaman, A., Shelton, A., Smart, C. 2013. *Resource guide for organic insect and disease management*, 2nd edition. Cornell University, Ithaca, NY: Arnold Printing Corp.

Contreras-Cornejo, H., Macias-Rodriguez, L., Cortes-Penagos, C., Lopez-Bucio, J. 2009. *Trichoderma virens*, a plant beneficial fungus, enhances biomass production and promotes lateral root growth through an auxin-dependent mechanism in arabidopsis. *Plant Physiology*, 3(149), 1579-1592. doi: PMC2649400

Harman, G. 1997. *Trichoderma* for biocontrol of plant pathogens: from basic research to commercialized products. Informally published manuscript, Departments of Horticultural Science and of Plant Pathology, Cornell University, Geneva, NY, Available: <http://web.entomology.cornell.edu/shelton/cornell-biocontrol-conf/talks/harman.html>

Hermosa, R. 2011. Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17-25. Available: <http://mic.sgmjournals.org/content/158/1/17.long>

IPM Thailand. 2013. *Trichoderma*. Available: [http://thailand.ipm-info.org/natural\\_enemies/pathogens/trichoderma.htm](http://thailand.ipm-info.org/natural_enemies/pathogens/trichoderma.htm)

Langle, T. *Beauveria bassiana* (bals.-criv.) vuill. – a biocontrol agent with more than 100 years of history of safe use. Agriculture and Agrifood Canada, Pest Management Center. Available: [http://www.rebeca-net.de/downloads/Beauveria\\_bassiana.pdf](http://www.rebeca-net.de/downloads/Beauveria_bassiana.pdf)

Mercure, P. 1998. Vascular wilts of tomato. Department of Extension, University of Connecticut, Storrs, CT, Available: [http://ipm.uconn.edu/documents/raw2/Vascular Wilts of Tomato/Vascular Wilts of Tomato.php?aid=37](http://ipm.uconn.edu/documents/raw2/Vascular_Wilts_of_Tomato/Vascular_Wilts_of_Tomato.php?aid=37)

Ownley, B., Pereira, R., Klingeman, W., Quigley, N., Leckie, B. 2004. *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect pests and plant pathogens. *Emerging concepts in plant health management 2004* (pp. 255-269).

Studholme, D., Harris, B., Le Cocq, K., Winsbury, R., Perera, V., Ryder, L., Ward, J., Beale, M., Thornton, C., Grant, M. 2012. Investigating the beneficial traits of *Trichoderma hamatum* gd12 for sustainable agriculture—insights from genomics. *Frontiers of Plant Science*, 4(258), doi: PMC3726867

Surendra, D. 2013. An update on the bagrada bug. Unpublished raw data, Department of Agriculture and Natural Resources, University of California, Available: <http://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=9531>

## 其他有用的资源

Hayes, Dr. C. 1998. *Trichoderma harzianum*, strain T-22. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, WI. *Biological Control News*. Available: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf504.html>

Kasetsart University Research and Development Institute. 2012. Useful of *Trichoderma*. Available: <http://www.youtube.com/watch?v=jIwM9LpHI5I>

Mahr, S. 1997. The entomopathogen *Beauveria bassiana*. Department of Entomology, University of Wisconsin, Madison, WI, *Biological Control News*. Available: <http://www.entomology.wisc.edu/mbcn/kyf410.html>

PhilRice. "Trichoderma: Biofungicide for vegetables." Rice Technology Bulletin No. 62: 18p., October 2009. Available, <http://www.scribd.com/doc/61293557/TB62-Trichoderma-Biofungicide-for-vegetables>.

Samuels, G.J., Chaverri, P., Farr, D.F., & McCray, E.B. 2014. Trichoderma. Online, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Retrieved January 7, 2014. Available: <http://nt.ars-grin.gov/taxadescriptions/keys/TrichodermaIndex.cfm>

Samuels, G.J. United States Department of Agriculture, Agriculture Research Service. 2000. *Trichoderma stromaticum* sp. nov., a parasite of the cacao witches broom pathogen. Available: <http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=10933>