为小型使用者制造和实验一种选择性除草剂

ECHO Asia Notes, Issue 26
December 2015

作者：Sophie Roberts[1], Paw Danmalidoi[2], Ratakarn Arttawuttikun[3], Kitichai Sampunsinkor[4], and Abram Bicksler[5]

[1]亚洲影响中心志愿者Mae Ai，泰国
[2]亚洲种子银行信息和质量控制技术员
[3]ECHO亚洲种子银行经理
[4] ECHO亚洲种子银行生产经理
[5] ECHO亚洲影响中心主管

翻译：李岚（Lan Li）

背景

ECHO亚洲影响中心的工作人员第一次从Kru Pratoom一个偏远技术学校的老师和一个有机农业农民那里听说选择性除草的方法。因为除草是农民生活的一个重要方面，种子银行工作人员想要尝试一种低风险的除草方法，来了解使用它是否有害。他们也想确定这种杀虫剂不会对土壤酸碱度、微生物、结构、以及由于植物的吸收对人体健康造成的风险等信息。这篇ECHO亚洲报告描述了惯常地制作这种除草剂的过程，也用抽样的技术来确定它对杂草的效果。之后另一篇文章就是描述如何确定它对土壤微生物和健康方面的影响的方法。



图1. 我们实验地里的杂草。从上面左边顺时针：白茅（*Cylindrica imperata*），南美蟛蜞菊（*Sphagneticola trilobata*），含羞草（*Mimosa* pudica）田旋花（*Convolvulus arvensis*）。 Figure 1. Weeds present in our sample plots. Clockwise from upper left: *Cylindrica imperata*, , , *Convolvulus arvensis.*

除草剂的使用

除草剂是一种用于控制不需要的植物在农作物田里、花园里和果园里生长的办法。除草剂通常伴随着翻耕、人工除草、焚烧、作物轮作和作物间作来控制杂草害虫。作物因为在生长和发展的重要阶段受到杂草的干扰造成数量和质量降低，从而导致农业和经济灾害（O'Donovan, 2009)。杂草和农作物争夺空间、阳光、水和营养，有些种类的杂草还可能向周围的土壤中释放有毒物质对农作物造成伤害(Swanton, 2009)。伤害的程度取决于杂草的品种、农作物的品种和农作物的生长阶段。当农作物依然嫩而且没有足够高到抵抗杂草的竞争时，杂草控制是最重要的。但杂草数量少时应该不至于伤害农作物，而且完全清除会给农民带来很高的经济和时间成本，还可能造成农业生态环境的破坏。另外，某些杂草可以作为食物、药物和饲料来使用，所以一些"杂草"有经济价值。在合适的时间和合适的量上使用，除草剂可以成为一种有用的工具，成为综合害虫管理系统（Integrated Pest Management）(FAO, 2015)的一部分，它可以控制疯长或可能导致严重农业和经济伤害的杂草品种。不像传统农业，在可持续发展领域，在其他控制方法不能有效地控制杂草害虫时才使用除草剂，除草剂并不是最主要的控制杂草的办法。

安全性

本文中讨论的除草剂配方包含了具有很强腐蚀性的碱液；这意味着跟未稀释的这种产品的任何形式的身体接触都会造成烧伤，所以甚至是混合过的产品也要小心使用。注意要把碱液或含碱的溶液加入水或者其他液体中，不能把水加入浓缩碱或碱溶液中。以正确的顺序添加能把飞溅造成的伤害降到最低，因为把这种碱/除草剂加入水中意味着飞溅出的液体越淡。无论何时你使用固体碱或者这种杀虫剂都要戴上橡胶手套和穿上橡胶靴子。建议在混合和喷洒时都要穿长裤和长袖。为了保护眼睛请戴上护目镜或太阳镜。在开放且通风良好的地方进行混合和倾倒的工作，防止碱反应产生烟。不要在金属容器中混合或储存，因为会产生意想不到的反应。

如果你直接接触到这种除草剂或固体碱，请立即用冷水冲洗患处至少15分钟。用开水检测所有容器以确保他们没有被溶解，因为当水和碱混合时（当混合混合物被准备好）会放出大量热量。

配方

这种除草剂配方最初是来源于泰国清迈Kru Pratoom 的一个有机农业教育者。因为非化学除草剂的选择是有限的，她就使用她熟悉的元素制作了她自己的配方，包括菠萝、木瓜、盐和碱。使用菠萝和木瓜是因为它们包含能分解蛋白质的菠萝蛋白酶（Dubey et al. 2007）还有另一种能扰乱植物光合作用能力的酶和木瓜蛋白酶（Itoh et al. 2013）。盐能改变杂草叶子的水平衡、让叶子吸收过量的氯（来自盐），从而消灭杂草（Romero-Aranda, & Syvertsen, 1996）。碱液是强碱性的，用于帮助溶解盐，同时还能造成杂草叶子的化学降解。最让人关注的是这种除草剂它的强碱性和对土壤生物和酸碱度有没有什么不良的损害。如果你的土壤是高度碱性的，我们不推荐这种除草剂，但是对于高酸性的土壤实际上它应该是有用的。用做实验的ECHO亚洲种子银行的土壤酸碱度在4.8-5.2之间，所以这种高碱性除草剂应该是把土壤pH值调整到更中性的水平有帮助的。

除草剂基本配方

1. 20千克熟透的菠萝或者木瓜（削皮，切成3厘米x3厘米的小块）
2. 10千克盐
3. 1千克碱（氢氧化钠-NAOH）
4. 20升水

把水果、盐和水加入到不透水塑料桶中，然后慢慢加入碱并小心搅拌。盖上桶盖放置45天。第45天，滤去水果块，除草剂就准备好了。把除草剂储存在桶里到使用时再取出，如果你不准备马上用的话不要加水。把盖拧紧，并避免储存在强阳光的地方，这种除草剂能储存大约6个月。（图2）



图2：发酵菠萝（左）发酵木瓜（右）



图3：在实验地喷洒这种除草剂。

应用

1. 理想的杂草高度是8-10厘米的小苗，但是如果过于成熟，请在喷药之前将杂草剪到8-10厘米高，这样他们就更容易受除草剂影响；

2. 用棍子在桶里搅拌30秒；

3. 在背式喷箱里加入3升水；

4. 然后伴随着搅拌把除草剂加入喷箱里；

5. 把喷嘴对着杂草以上大约30厘米处喷洒，每平方米喷500毫升。我们的实验点有2平方米，大约喷1分钟。

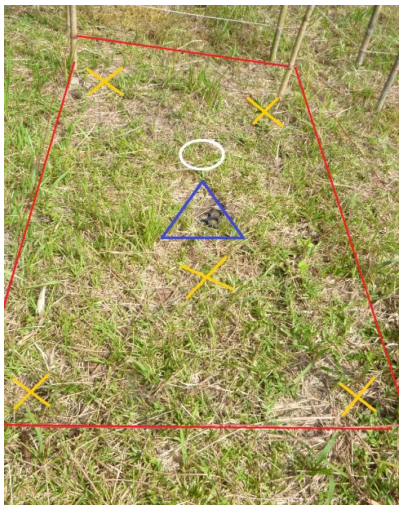
成分	数量(千克)	每千克泰铢成本 (฿)	每千克美元成本US ($)	总成本（美元）($)
菠萝	20	20	0.56	11.2
木瓜	20	10	0.28	5.60
盐	10	5	0.14	1.40
碱	1	40	1.12	1.12

表1. 每千克除草剂成分的泰铢和美元成本。这些成分数量是20升除草剂的使用量。

除草剂种类	总成本 ($)	每升成本 ($)
菠萝除草剂	8.12	0.41
木瓜除草剂	13.72	0.69

表2. 使用表1成分的20升菠萝或木瓜除草剂的最终成本。

实验



1. ECHO亚洲一片未使用的休耕地被作为实验地——它被阔叶状的、草状的杂草混合覆盖。控制组只是浇水，菠萝除草剂组是1份菠萝除草剂和3份水混合，木瓜除草剂组是1份木瓜除草剂和3份水混合。

2. 喷洒3天前，将不同种类的杂草加以标识并且通过肉眼来判断密度，杂草主要是阔叶草和窄叶草。

3.实验区被划分开来，接受除草剂喷洒的区域是随机的。我们的实验区大小为1 X 2米，有4块复制区，所以总共是12块试验区（3块处理组（控制、木瓜或菠萝）X4块复制区）

4. 喷洒前取土壤样本测量pH值和微生物含量（在一所当地大学的实验室进行）

5. 用除草机把杂草砍到10厘米高。

图4：X表示土壤标本点。圆圈表示埋纸的点。三角标准发芽试验点。

6. 对滤纸称重，并放在尼龙袋里在8厘米深的地方焚烧，来观察喷洒除草剂对微生物健康的影响。有微生物的滤纸应该能在土壤中降解，但如果除草剂对微生物有负面影响，滤纸腐烂过程会停止或很慢。

7. 喷洒之前在当地的一所大学土壤实验室里对土壤样本进行土壤pH值和微生物含量的测量。



8. 为了测试除草剂对种子的影响，把包含盆栽土的幼苗培养皿嵌入1 x 2米的土地中。挖一个与培养皿差不多大小10厘米深的坑，然后把培养皿放进去用土壤覆盖周围。（图5）

9. 用木瓜和菠萝这两种的除草剂喷洒观察组，再用水喷洒控制组。每个组每隔一天喷1分钟，每平方米需500毫升。

10. 喷洒完的早上，对处理点进行一个0-100分值的除草剂作用的肉眼评估，0分是没有影响，100分是完全杀灭。每个点的形态都有他们自己的杀灭分。

图5. 喷洒前把幼苗培养皿镶嵌在土里。

11. 最后一次喷洒之后3天，再取一次土壤样本测量土壤pH值和微生物含量，并与之前的测量结果比较。这天，也要进行发芽测试，把黑豆种子放在每一格发芽测试盘里，深度0.5厘米并盖一层薄土。

12. 10天后观察发芽情况。每个处理点的50%发芽率的平均时间和100%发芽率可以用来评估土壤中除草剂可能的持续性影响。

13.最后一次喷洒的10天后，取出滤纸并称重，并与开始实验时用的纸的重量比较从而找出物质损失多少（腐烂测试）。

结果

我们发现在处理点除草剂显著地杀灭了杂草。我们观察到木瓜和菠萝除草剂对宽叶杂草比窄叶杂草的效果更好（图6.7）.我们没有看出来用菠萝除草剂和用木瓜除草剂的杀灭程度有什么明显地不

同；他们对杂草的影响一样（图8）。每次处理后除草剂的影响都增加，4次处理后，木瓜和菠萝除草剂对宽叶杀灭程度达到大约90%，窄叶大约50%。

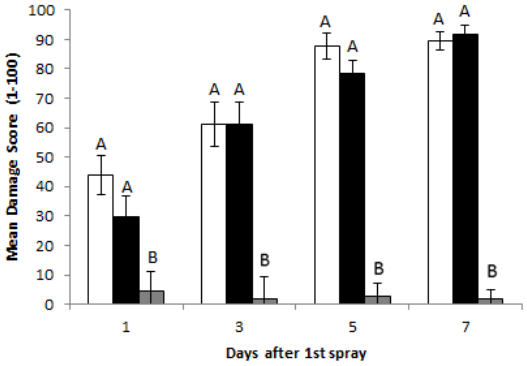


图6.经过一周的处理，除草剂对宽叶杂草的视觉上的杀灭效果（左图）对窄叶杂草的效果（右图）。白色标识是木瓜除草剂的效果，黑色是菠萝的，灰色是控制组的。字母A表示两种除草剂之间变化不大，但是与控制组相比变化非常明显（B）

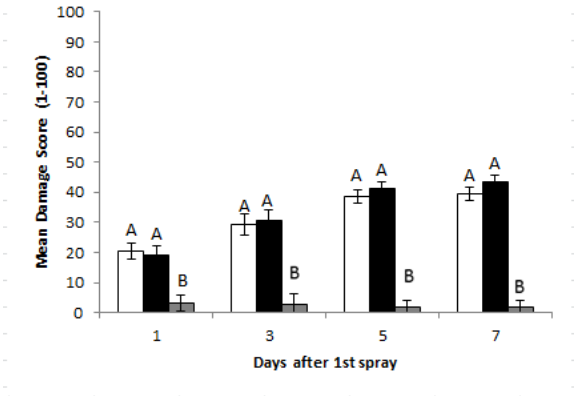


图7. 经过一周的处理，除草剂对窄叶杂草的视觉上的杀灭效果（左图）对窄叶杂草的效果（右图）。白色标识是木瓜除草剂的效果，黑色是菠萝的，灰色是控制组的。字母A表示两种除草剂之间变化不大，但是与控制组相比变化非常明显（B）

喷洒前和喷洒后的土壤pH值没有可测量的变化。在处理的时候pH值可能会有变化，但是任何pH的变化都在实验结束时被土壤吸收掉了。



图8.最后一次喷洒后滤纸10天的腐烂情况s

我们测量的土壤微生物活性的结果有点复杂。滤纸降解测试显示在处理和未处理的土壤中微生物活性没有不同。在实验室微生物数量量化结果中，一些处理点显示微生物数量增加，另一些处理点微生物数量减少。这个实验进行了两次，但是始终没有一致的结果。虽然说木瓜除草剂的降解情况最低，但纸腐烂测试显示木瓜除草剂和菠萝除草剂处理过的土壤与控制组没有确定性地不同。我们进行了一系列的释实验来确保土壤微生物健康（参阅ECHO亚洲研究报告《土壤微生物》），但是处理前和处理后的结果有很多。湄洲大学提交的微生物数量的土壤样本也显示有很多不同。处理点的结果不一致得太多，以至于很难区分什么影响是除草剂带来的，什么影响只是土壤随机出现的。需要做更进一步的实验来确定是否除草剂减少土壤微生物数量或者是没有影响。

受到菠萝除草剂喷洒的幼苗盘里的籽种的50%出芽率的平均时间最长，木瓜除草剂处理的土壤的50%出芽率平均时间也比控制组长。但是，在菠萝除草剂处理的土壤里的种子出芽率最高。这个实

验进行了2次，第二次的种子出芽率更高，因为有很多次喷洒除草剂之后都下雨了，这可能说明雨量的增加很快把除草剂从土壤里冲洗掉了，对之后的负面影响更少。



图9. 4次不同种类的除草剂喷洒之后的杂草杀灭情况，图片拍摄在2015年6月17日。前面一排从左到右分别是：菠萝除草剂处理组，水控制组，木瓜除草剂组。中间一排，从左到右：菠萝组，水控制组，木瓜组。底下一排，从左到右：木瓜组、菠萝组和水控制组。

结论

木瓜和菠萝除草剂都能明显地杀灭宽叶和窄叶杂草。通过我们的观察，它们对土壤微生物降解能力没有明显地损害，同时菌落计数在水控制组、菠萝除草剂和木瓜除草剂组都是相似的。在经过处理的土壤里的种子需要更长的时间达到50%出芽率但是除草剂对总体出芽率没有影响。雨水可能影响到了除草剂的持久性，因为在雨水频繁且喷洒过除草剂的土壤里，出芽率比在旱季土壤里的出芽率高。之后的研究应该测试这种除草剂在土壤中和在作物中的长时间影响。我们仍然需要进行更多的实验来确保盐没有留在土壤中，来确定是否长期使用会改变土壤的pH值，或者是损害土壤中微生物的数量。这种除草剂表现值得期待。我们也会对使用的每种成分进行实验，找出活性物质。如果碱不是必须的我们可以减少碱的量来保证除草剂的安全性。我们也想实验种植种子的可能性，然后测试是否除草剂在减少杂草竞争的同时不伤害发芽。总之，这种低风险的除草剂对农户使用已有元素降低成本，同时减轻他们地里或花园里的杂草压力是有前景的。

参考文献：

Dubey, V. K., Pande, M., Singh, B. K., & Jagannadham, M. V. (2007). Papain-like proteases: Applications of their inhibitors. African Journal of Biotechnology, 6(9).

[FAO] Food and Agriculture Organization. (2015). Integrated Weed Management. *Available:* http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/spi/scpi-home/managi

ng-ecosystems/integrated-weed-management/en/

Itoh, S., Aoki, K., Nakazato, M., Iwamoto, K., Shiraiwa, Y., Miyashita, H, Okuda, M., & Kobayashi, M. (2013). Novel Conversion of Chl a into Chl d Catalyzed by Grated Vegetables. In Photosynthesis Research for Food, Fuel and the Future (pp. 804-807). Springer Berlin Heidelberg.

O'Donovan, J. T., Harker, K. N., Clayton, G. W., Newman, J. C., Robinson, D., & Hall, L. M. (2009). Barley seeding rate influences the effects of variable herbicide rates on wild oat.

Romero-Aranda, R., & Syvertsen, J. P. (1996). The influence of foliar-applied urea nitrogen and saline solutions on net gas exchange of Citrus leaves.Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(3), 501-506.

Swanton, C. J., Shrestha, A., Clements, D. R., Booth, B. D., & Chandler, K. (2009). Evaluation of alternative weed management systems in a modified no-tillage corn–soybean–winter wheat rotation: weed densities, crop yield, and economics.