

热带种子储存：从网络学到的

作者：Ken Thompson（柬埔寨蒙多基里省 Ntuk Nti 中心 Center）

翻译：李岚

ECHO Asia Notes, Issue 28

July 2016



[编者注：Ken 是澳大利亚英国圣公会差会的传教士。他和他的家人已经在柬埔寨蒙多基里省工作了 11 年。Ken 的工作主要是针对当地社区的不同农业和动物健康的项目。过去 5 年，他在当地 KEC 教堂工作（高棉福音教会），创建了 Ntuk Nti 中心，一个在蒙多基里省 Sen Monorum 镇旁边的教会土地上的小型农业资源中心。]

对于热带地区的农民和研究人员，种子储存是非常令人沮丧的。在蒙多基里省，从收获到新的种植季节期间农民基本不能把种子保存超过 6 个月。种子储存的时间如果长于 6 个月，就会在湿季从潮湿的空气中吸收很多湿气失去活性，或者遭受病虫害使种子繁殖性和外形遭到破坏。在我们的研究中心，我们已经建立了一个很多有用的种子品种的存货清单，不需要每一年都种出每个品种。但是，与农民类似，我们的种子经常很快就失去了活性或者在储存中被害虫破坏。

冷藏和冷冻是众所周知的大多数传统种子延长种子寿命的方法，（参见 ECHO 亚洲期刊 14 “真空密封对比冷藏 [Vacuum Sealing versus Refrigeration](#)”），但是没有提供合适蒙多基里省这种地区的办法，蒙多基里的电力不稳定并且很昂贵。在长老会饥饿项目和 ECHO 亚洲的合作下，Ntuk Nti 的工作人员通过多年的研究设计和实验了合适种子储存的方法。在这篇文章中，我们将分享几个我们的发现——改进种子储存方式的有效方法，甚至最贫困和最边远的农民都可以用。

干燥

超过一年的种子储存，他们的湿度（MC）要达到 10%或更低。这个湿度需要在储存之前要进行干燥。很多书和文章提醒禁止太阳直射干燥种子，但是对于资源缺乏的热带农民似乎也没有其他办法。在背阴处干燥薄壳的种子会降低它们的湿度，但是白天的相对湿度超过 60%的情况下，在背阴处干燥同时也没有合适的储存设备，很多品种的种子将不能被充分干燥。在蒙多基里省我们的测量显示，相对湿度 60%或者略低的情况只存在于一年里最干时期的中午的很短一段时间。新鲜收获的种子很难在背阴地方晾干至足够长期储存的程度。但是我们成功地在雨季通过太阳把种子干燥到 9%的 MC！这是通过把种子放在浅托盘里直接在太阳下晒 3 到 4 天。在这几天期间，夜里和清早相对湿度最高的时候（常常大于 90%）把种子放在密封的容器里以防止再从潮湿的空气中吸收水分，

很多文章警告说在太阳下晾晒种子，温度不能超过 36°C。但是在 Ntuk Nti 我们曾记录过我们在晾晒几种谷物和蔬菜的种子时温度超过 50°C，最终发芽率没有因此降低。这可能跟种子品种有关，所以我们建议对蔬菜品种一定要小心一点。我们认为干燥的速度可能比高温对种子的伤害更大。干燥的速度受温度、空气流动、干燥过程中的相对湿度影响。种子在温带气候的夏日阳光下干燥得会非常快，但热带较高的相对湿度限制了干燥速度，会导致种子受伤害。在 Ntuk Nti，我们实验把新鲜收获的种子（通常有 16%MC 或者更高）放在背阴处干燥几天。这样让种子慢慢干燥，避免细胞损伤。然后我们又放在太阳下面干燥，让种子达到 10%MC 或更低（甚至很多品种达到 7%），这样就不伤害他们了。在我们的实验中我们是用湿度

计测量，但是农民可以通过锤子敲击种子成粉来判断是否达到 10%的 MC。关于更多种子干燥信息，请参考 EDN109，或者 Danida 森林种子中心 Stubsgaard F, & Poulsen K (1995) “种子湿度和干燥原则”。

容器

一旦你有了足够多的干燥种子，你就需要密封它们防止种子在潮湿的空气中再回潮。原来，我们使用的是奶粉罐或者装大量种子的米洛锡罐。但是这些都不能足够隔绝潮湿空气！装果酱或泡菜的罐子在盖子上倒是有比较好的胶皮密封圈，它们的效果更好，在盖上之前把盖子稍微加热密封效果会非常好。密封袋子也是另一个选择，但是除非放在一个带密封盖的罐子里，否则袋子会被蟑螂、蚂蚁或老鼠破坏。甚至是已经放在被保护的容器中了，但是因为有几只象鼻虫都会把袋子咬破！

在我们的农村地区，上述容器都不是常见的。为了找到更合适的方法，我们实验了用装果酱和啤酒的玻璃瓶来装少量的种子，用大塑料桶装大量的种子。前者可以从垃圾堆里获得很多，可以用橡皮塞或者可以从电工胶带上获得少量的胶皮内圈来密封。泡菜罐子很便宜同时也非常容易获得。新的罐子的密封性还非常好。对于旧罐子，用一个双折塑料袋封住开口并把盖子盖在上面。瓶子和罐子的开口比较窄需要使用漏斗来灌入种子，但是它的好处是密封容易。同时，这些容器需要打开并移除一些种子时，小开口限制了暴露在外的面积。我们已经储存了大量的大米和豆类的种子在这些罐子里两年了，发芽率都没有降低。

所有容器不要受阳光暴晒，并且储存在尽可能冷的环境中，从而达到最大储存寿命、维持较高的发芽率和种子生长健康。

降低氧气含量

一旦干燥过的种子被储存在合适的容器中，种子至少能保持 3 年或者更长时间的活性。但是依然有可能存在象鼻虫和其他昆虫。开始有几只，之后就会成倍增加。这些昆虫可能会吃这些种子，他们的呼吸还可能产生湿气最后使所有种子都腐烂。我们发现种子在适当时间收获、快速干燥、并立即储存在密封容器中并且装满，昆虫就不是问题了。但是如果种子收获过程被延迟或者种子来源于其他地方，种子可能已经被昆虫污染。为确保种子不会在储存中腐坏，我们必须降低支持他们呼吸和繁殖的氧气含量。

一个简单且有效的原则是要用与种子数量相配合的容器，从而做到种子完全装满。在地上轻敲容器确保它装满，这样种子就紧密地挨在一起了，尽量让容器装得越多越好。这样就直接限制了容器内空气的量。

氧气含量还可以通过其他一些方法来进一步降低。种子之间的空气空间占到容器内所有氧气含量的 40%到 60%（甚至更多）。我们可以通过填充细干沙、木灰或新鲜波特兰水泥粉使空气量减少。这些细材料注入容器的顶部就几乎要满了，持续轻敲直到容器底都充满这些材料而且没有任何可见的空隙。这个技术也可以用于种子不够填满容器的情况。如果这些材料是干净且干燥的（沙子可能需要用炉子加热来杀菌），我们的实验已经显示它们不会伤害干燥的种子，它们对控制害虫也是有效的。

一项稍微更困难一点的（但是更干净）的技术是在整个容器中创造一个真空环境。简易的泵能把瓶子里的空气压力减少到周围环境的一半。因此氧气含量也减半。

制作真空泵最简单的方式是用一个自行车打气筒，把柱塞拿出来，把底上的皮帽反过来，把气缸的底端切掉，再把柱塞放回去，去掉弹簧（图 1c）。这个非常有效的真空泵大约 5 美元。这个泵的嘴可以直接对准装满种子的大型容器的底或盖子。但是在柬埔寨农村，通常单车的泵是一种比这种皮帽品种更复杂的阀，更难更改。因此我们制造了其他更简单的泵。



图 1: 用柬埔寨农村可获得的材料制成的三个低成本真空泵 A) 真空泵使用 PVC 和竹子; B) 注射器真空泵; C) 反转的自行车真空泵。

第一个是基于一个 60 毫升的一次性注射器改造的（图 1B）。就像单车泵一样，针筒的前端被切掉。这种情况下，柱塞没有它自己的排气阀，所以我们制造了一个，我们在离针筒顶 1 厘米左右的地方钻了一个孔，用电工胶带把橡胶皮缠在针筒上，使橡胶皮内胎的一个小正方形被压在洞上，让橡胶的边缘从胶带下面伸出来。一个 60 毫升的一次性注射器花费大约 0.5 美元。如果你想要了解更多，可以在 ECHO 亚洲的 YouTube 频道看到一个关于注射器泵的视频。[ECHO Asia's YouTube channel](#).

另一种泵是用 80 厘米长的 35 毫米直径的 8.5 级的 PVC 管制成（图 1A）。这种管子和在五金商店出售的普通皮泵帽很相配。把这种皮帽用螺丝拧紧在一根又直又长的竹竿末端，沾满机器润滑油，然后插入管子内。在接近管子底部的地方开一个空作为排气阀，同样用自行车内胎遮盖。内胎的皮瓣也可以折叠到内圈，成为一个好的软封口。这个泵的总花费大约 1 美元。

这三种泵都可以以相同的方式使用。在容器的盖子上做一个单向阀——在盖子上打一个小洞，用电工胶带覆盖它。用另外一片橡胶内胆制作一个密封泵（图 2）。果酱罐和油桶的顶部比泵更宽，所以要用一根直径约 1 厘米的内胎放置在顶部并与单向阀孔对齐（图 2A）。泵的末端在抽气时会跟橡胶压紧形成一个密封环境。对于脖子狭窄的瓶子，橡胶块会被推到瓶脖子上，这样就可以让你在抽气过程中使用的泵在脖子上抵住橡胶，从而形成密封环境（图 2B）。

为了在小瓶子里达到最大真空，大泵只需要抽 2 到 3 次，注射器泵需要抽 6 或更多次。当达到真空后，阻力会非常大，手放松之后活塞会快速回弹。这个时候在瓶底创造了一个大约 20 In Hg（英寸汞柱）的空气压力（图 3）。

比起宽瓶盖的瓶子，泵和瓶脖之间更容易获得更好的真空。如果



Figure 2: 用于高效真空泵的橡胶密封圈 A)是大开口 B) 是小开口容器

瓶子原来的盖子丢失或没有密封，可以剪一片与瓶子顶端尺寸一样的厚胶皮，在底面涂上油，然后用胶带固定在位置上，在胶带上留一个小缝隙来释放空气（图 2B）。瓶子装满就能很好地支撑橡胶片，橡胶如果太薄就会被吸到瓶子里。



图 3：用压力测试器检查真空密封容器的相对压力。

二氧化碳洗刷

我们探索的第三种减少氧气的办法是用其他气体替代氧气。这种办法能做到几乎没有氧气并且快速杀灭害虫。这种技术被用于大规模熏蒸的谷物储存，一些种子银行也经常用这种方法，用纯氮气或者其他气体来洗所有种子，这样害虫就因为缺乏氧气死亡了。

在资源缺乏的地区，二氧化碳或沼气能以较低成本获得。以我们的经验，我们从酵母发酵的糖溶液里收集二氧化碳（图 4）。用一根管子轻轻地把二氧化碳从装满种子容器的底端注入进去，因为二氧化碳比氧气重，它会把氧气从瓶子的顶部挤出来。一个关于二氧化碳洗刷的方法的视频能在 ECHO 亚洲 Youtube 视频频道看到，地址 https://www.youtube.com/watch?v=P-e-LGXdv_0&feature=share。

种子在 24 度这种环境下能储存 6 个月，与真空袋包装的方式（用一个商业真空封隔器包装成层状铝箔袋）相比生存能力没有损失更多。另外，用这种方法的话，在二氧化碳洗刷之前种子必须非常干。要小心地使用这种方法，在向其他农民分享这种方法的时候你要先亲自做实验。

我们也尝试用沼气做这种洗刷（50%的二氧化碳和 50%的甲烷），种子在这种环境下也表现很好。用沼气洗刷的潜力是可以以很低成本地洗刷大量种子，因为现在在柬埔寨很多农民都用沼气发电机来消耗猪粪。但是这也需要做更多研究，因为一些沼气源可能含有有害的硫化氢（H₂S）。



图 4：酵母在容器 C 中产生二氧化碳。在容器 B 中收集并替代容器 A 中的水。然后进行二氧化碳洗刷，将容器 C 换成装满种子的储存容器并在容器 A 中加入水，水会把二氧化碳挤压到容器 C 中。

当前的尝试

除了控制害虫，降低氧气还有延长种子储存生命的意义，因为会降低种子里微生物的代谢速率。我们做了一个长期的实验，就是使用所有简单的方法，再加入一些新颖的东西包括沸石干燥剂珠和石灰，用氯化钙制成的液体（CaCl₂）和甘油。这些都运行得很好，但是我们只观察了 3 个月和 6 个月的发芽率。当我们获得未来几年的数据时，对于非制冷条件下长期储存种子的最好办法，我们能给出更明确的建议。

要注意沸石和石灰不是非常适合资源缺乏的农民，因为它们比这篇文章讨论的其他方法更昂贵并且复杂。然而，对于那些偏远地区的有兴趣建立种子银行的组织来说，它们可能是有用的。我们将在本文的第 2 部分讨论我们使用沸石和石灰的经验。

结论

在热带非制冷条件下成功储存种子的关键是完全干燥种子，然后按合适的方式保存。我们的实验证明，只要稍加努力和关注，我们就能使用荫干和太阳晒干相结合的方式完全干燥大多数品种的种子。密封良好的玻璃或厚塑料瓶可以持续保持种子干燥，并将害虫排除在外。应用我们的三种减氧技术中的任何一种，将确保害虫不会在储存的种子中繁殖。所有这些技术都可以用廉价的方式完成。

延伸阅读

在 EDN 126 中,Abram Bicksler 描述了类似的实验，将一个改良的自行车泵与其他存储方法进行比较。这些结果值得参考。我们对这个泵的改造使它更有效率，更简单，更符合人体工程学。FAO 的《森林种子处理的手册》第七章对复杂的种子储存给予了更多优秀的信息：
<http://www.fao.org/docrep/006/ad232e/ad232e07.htm>。