

## 真空包装和冷藏：哪一种是最有效的种子储存方式？

作者: Marcia Croft<sup>1</sup>, Abram Bicksler<sup>2</sup>, James Manson<sup>1</sup>, and Rick Burnette<sup>3</sup>

<sup>1</sup>泰国眉爱亚洲影响中心志愿者

<sup>2</sup>泰国清迈 ISDIS 可持续研究和指导中心主任

<sup>3</sup>泰国清迈 ECHO 亚洲影响中心主管

### 介绍

在热带地区储存种子常常很困难。由于高温和潮湿，种子很快丧失了生长发育的能力。现在有很多存储种子的技术，从高技术到简单的农民使用的存储他们自己的种子的方法。所有的这些方法都有长处和短处，但当权衡了费用和资源，哪一种方法是效率最高的？为了找到适当的低投入的种子存储方法，ECHO 亚洲的种子银行最近完成了一项关于热带种子储存研究，研究了资源受限条件下种子银行的遭遇。

三个主要决定种子在储存过程中变坏的因素是：氧气压力（储存过程中种子含氧量），种子水分含量和温度（Roberts, 1973）。这三个因素任何一个增加都会降低种子的储存寿命，一个基本的规律是在储存中湿度每增加 1% 或温度每增加 10 华氏度（5.6 摄氏度）种子的储存寿命就会打对折（Bewley 和 Black, 1985）。每个因素对种子的腐坏都有不同的影响，最小化这些因素对有效地种子存储是决定性的。

这个研究的目的是评价两种种子储存的方式：真空包装和冷藏。真空包装是一种相对低成本的方式，初期投资之后要求的投入就不多了。真空包装可以保持种子的质量，最小化与氧气的接触和最小化暴露在湿气的环境中，从而保持种子湿度比较低。冷冻最小化温度，但是在热带地区维持成本昂贵。我们经过一年研究，用 5 种热带种子品种来对比这两种储存方式的影响；我们的目标是使用这个研究的成果来帮助种子银行和世界范围内其他类似的机构制定储存条件。



### 实验设计

我们比较了五种不同的生长在热带的作物品种：番茄（*Solanum lycopersicum* 'Juliet 1437'），南瓜（*Cucurbita moschata* 'Nang kaang kot'），辣木（*Moringa oleifera* 'Local Mix'），扁豆（*Lablab purpureus* 'Chiang Dao'）和苋属（*Amaranthus cruentus*, 'USDA PI 606767'）。每个品种不仅被选为不同种类作物的代表，而且每个品种也在 ECHO 亚洲种子银行的农业发展中扮演着各个不同的角色。番茄被看作收入作物，也被泰国政府作为罂粟替代作物鼓励种植（Anderson, 1993）。南瓜是一种葫芦科的，被当地人当做是主食的作物，对于贫困的家庭来说是主要的营养来源，特别重要（Anderson, 1993）。辣木因为它的叶子有相当高的营养含量而被人认识到（Oduro *et al.*, 2008）。扁豆被作物绿色肥料/覆盖作物，因为它的种子能提供蛋白质、维生素和矿物质（Kabir Alam *et al.*, 2008）。Grain amaranth 有很好的增加食物安全性的潜力，因为它有耐旱、耐热和抗虫害的品质（Ronoh *et al.*, 2009）。

种子被用以下四种方式之一来储存：纸袋/不冷藏，纸袋/冷藏，真空包装/不冷藏，真空包装/冷藏（表 1）。种子将根据品种和储存方式包装在一起，然后以 0、3、6、9 和 12 个月的贮存期限来测试。主要测试种子的发芽率（germination rate），发芽 50% 所需平均时间（mean time to 50% germination），种子含水量（seed moisture content）和田间发芽率（field emergence）。发芽率和发芽

50%所需平均时间是在实验室环境下用皮氏培养皿观察 20 颗种子的发芽率，和在盆栽土下的发芽率。种子的含水量测定是，将种子研磨成均匀的小粒以 100°C 的温度干燥 15 小时。所有 400 袋种子的测试都要进行反复四次实验。

表 1: 在 4 种储存方式下的不同的水份度和温度的实验设计

| 存储方式 | 真空包装          | 纸袋包装          |
|------|---------------|---------------|
| 冷藏   | 持续水份度<br>持续温度 | 波动水份度<br>持续温度 |
| 不冷藏  | 持续水份度<br>波动温度 | 波动水份度<br>波动温度 |

## 结果

经过 12 个月的储存，多数样本的种子的情况都慢慢恶化了。在这个期间，种子的储存方式对种子的质量有显著的影响 ( $p < 0.0001$ )，但是种子的品种有一个相等地重要的因素。对于我们测量的种子质量的每个方面，冷藏和真空包装结合起来是最好的储存方式：发芽率、发芽 50% 的平均时间、含水量和田间发芽率。然而，对于真空包装和冷藏来说，每种指标的重要性相对是不一样的。

储存方法的不同之处在发芽率上表现得非常明显，因为在实验的尾声每种储存方式的发芽率几乎都有 20% 的下降（图 1）。尽管冷藏和真空包装一起是最有效的保护发芽能力的方法，但综合来说，真空包装要比冷藏有效。尽管由于田间发芽率指标的自然不稳定性导致了更多变化性，它依然证明了上面那些结果，这些结果反映了比起冷藏，真空包装可能是一种更有效的种子储存技术，特别是在保护种子的实验室和田间发芽率方面。

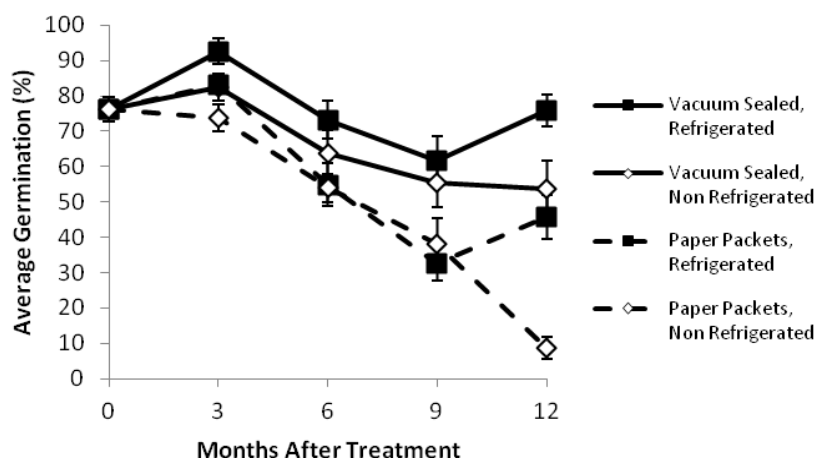


图 1. 经过 12 个月的储存，不同储存方式的平均发芽率。误差率平均  $\pm 1$  SE。

种子发芽率所需平均时间的结果有一点微小地不同。图 2 显示，冷藏但没有真空包装的种子发芽 50% 所需平均时间（发芽速度）要微微好于没有冷藏的真空包装。这些结果建议我们，储存方式对种子质量的不同方面有不同的影响。真空包装比起冷藏能更好地保护种子 50% 发芽率，但它可能在促进种子发芽速度方面的用处较低。所以大多数测量种子质量的实验证明真空包装是保护种子高发育能力的更有效的方式。

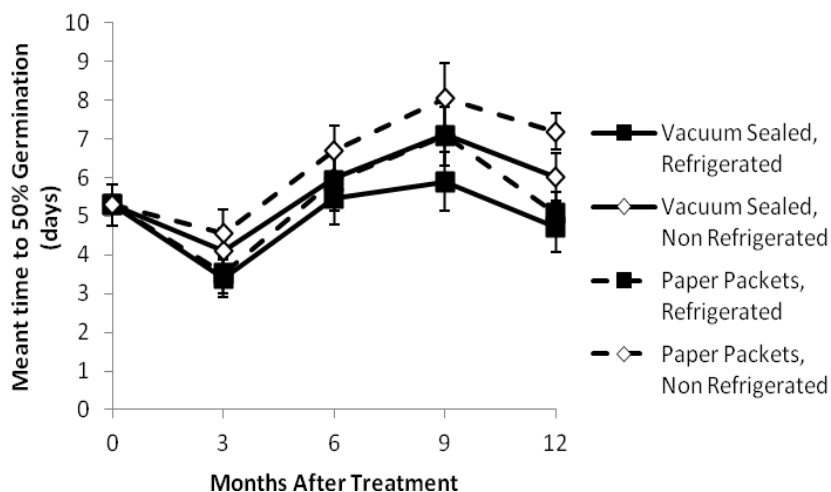


图 2. 经过 12 个月的储存，50%出芽率所需平均时间。误差率平均 $\pm 1$  SE。

真空包装对种子水分含量没有任何负面的影响，用纸袋包装的冷藏方式（波动湿度）戏剧性地增加了种子水分含量（图 3）。高湿度的冰箱（有时高达 98%）和能大量吸收这些湿度的纸袋一起意味着纸袋包装/冷藏方式比其他方式让种子湿度更高。这说明单是冷藏可能是一种有用的种子储存途径，但如果长时间储存种子没有控制湿度来保持种子干燥的方式的话，冷藏不是好选择。

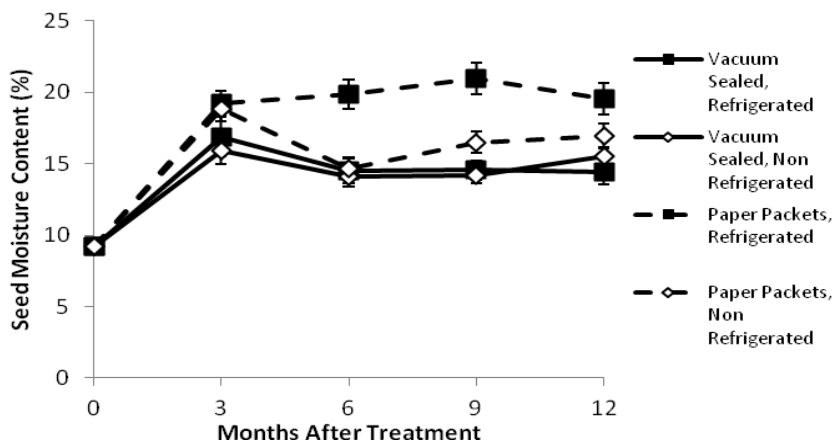


图 3. 12 个月储存，不同储存方式平均种子水分度。误差率平均 $\pm 1$  SE。

严格说来，不同的种子品种也决定了种子的发芽率。在储存过程中，有些种子特别容易腐坏，其他的就算储存在一般的环境中都有很高的种子质量。根据不同的需要使用合适的种子将是最有效的分配资源的方式，但这样要求对每种种子都有较全面的知识。

经过 12 个月，尝试了所有的储存方法之后，扁豆种子相较其他品种维持了较高的发芽率（图 4），这样可能表明扁豆，甚至豆科植物都不需要太多的储存投入。另一方面，辣木和番茄在所有的实验中都表现很差。南瓜种子在各种实验中表现大体中等，所以它应该可以作为标准来测量其他种子的储存质量。苋属种子表现很不规律，在发芽 50%所需平均时间上有很好的表现，但田间发芽率最低。基本上，对于种子的质量来说田间表现是最重要的测试，所以苋属种子可能需要更小心地储存。

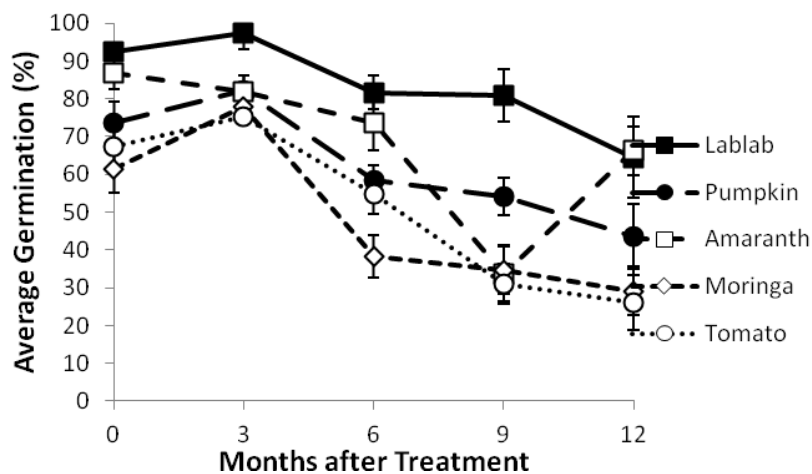


图 4. 12 个月的储存，不同种子的平均发芽率，误差率平均 $\pm 1$  SE。

## 总结

在所有的种子品种和储存方式里，我们的研究结果不总是一致的，但几个趋势能为发展中国家的种子银行和村级的种子储存提供参考。如果可以的话，真空包装和冷藏结合能很好地保持储存过程中的种子高质量。如果你不得不只选择其中一种储存技术，通常来说真空包装比冷藏效率更高。冷藏时避免用会渗透的袋子储存种子（例如纸袋），否则会降低种子的发育能力。商用封口机和家用封口机都可以使用，也可以使用低技术含量，低成本的技术例如单车泵真空封口机（见右图

<http://www.echonet.org/data/sites/2/Documents/OuagaForum2010/VacuumTirePump.pdf>）。

最近，ECHO 亚洲种子银行把所有种子采用真空包装的方式储存在空调房里。空调虽然不能保持如冷藏般的温度，但它能把储存室的温度和湿度控制在最低。这种方式能减缓种子恶化，它被证明是有效的种子储存方式。适当的村级气候控制结构（与真空储存配合）例如地下井结构或地包结构（见 future EANs）。我们的研究帮助了种子银行决定最优的储存方式，同时我们也希望它被用于帮助其他地方最大化种子储存寿命的同时最小化成本。

## 参考文献

- Anderson, E.F. 1993. *Plants and People of the Golden Triangle: ethnobotany of the hill tribes of northern Thailand*. Dioscorides Press, Portland, OR.
- Bewley, J.D. and M. Black. 1985. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York, NY.
- Kabir Alam, K.M., M.K.R. Bhuiyan, G.M.A. Halim, M. Zakaria, and M.J. Hossain. 2008. Seed quality assessment of three photo-insensitive cultivars of lablab bean influenced by date of sowing. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 33(3): 381-389.
- Oduro, I., W.O. Ellis, and D. Owusu. 2008. Nutritional potential of two leafy vegetables: *Moringa oleifera* and *Ipomoea batatas* leaves. *Scientific Research and Essay* 3(2): 57-60.

Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology* 1: 499-514.

Ronoh, E.K., C.L. Kanali, J.T. Mailutha, and D. Shitanda. 2009. Modeling thin layer drying of amaranth seeds under open sun and natural convection solar tent dryer. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal* 11.