亚洲热带地区应对气候变化的弹性农业反应工具箱

作者：Rick Burnette　ECHO 亚洲地区影响中心主管
翻译：李岚（ Lan Li）

ECHO Asia Notes, Issue 16
March 2013

2012 年在仰光的 ECHO 农业研讨会上，全越南来自至少 25 个农业和社区发展组织的 63 名代表参与了民意调查，表达了他们关于气候变化的观察和观点。大多数代表都表示他们不只感觉到了全球气候变化，他们也注意到了局部气候和天气的变化。另外，86%的参加者也表示他们同意气候变化是人类活动引起的。

随着一些人比另一些人更相信气候发生变化，全球范围内相信气候变化的信念在波动着和变化着。2012 年 9 月的一个耶鲁大学的投票显示 70%的美国人相信全球气候变暖正在发生，相反只有少数—12%的人认为没有发生。世界范围内相信气候变暖的认识正在增加，但是明白其发生根源的却很有限的。另外，适应气候变化的必要策略和处理（缓解）它的方法仍然是处在初级阶段。

同时，气候变化已经开始导致死亡和破坏全球经济。一项由 DARA 和气候损害论坛进行的研究得出一个结论，气候变化已经造成一年接近 40 万人的死亡和超过 1200 亿美元的损失，占全球经济创造价值的 1.6%。这些影响对于发展中国家更为强烈，在这些地方因为气候变化引起的极端天气造成农业产量降低，从而使得许多人死于营养不良、贫困和相关的疾病（The Guardian, 2012 .9.26）。据预测，这个影响在今后的 20 年将更加严重（Reuters, 2012.9. 26）。

幸运的是，农民们、科学家们、政策制定者们和研发工作者已经开始意识到我们需要一系列的措施来面对越来越加强的极端天气。我们也意识到不可能有单一的解决办法来防止因气候变暖引起的未来政治经济的艰难。针对这些问题，这篇文章将介绍一些方法和技术资源来缓解某些因气候变化引起的农业损失，同时也能帮助亚洲小型农户采取更合适的农业方式弹性化地应对极端天气。

气候变化及原因

气候变化是指气候在一段时间内的所有剧烈变化（例如：气温，降水或风的模式），这段时间可以是几十年或更长（气候变化术语 EPA 词汇表）。气候变化有一部分自然原因，包括地球轨道变化，太阳活动的变化和火山喷发（EPA；气候变化的原因）。

然而，从工业时代开始，人类活动对气候的影响越来越大，特别是多排放了十多亿吨吸热的温室气体（GHG）进入大气。从 20 世纪中叶起可观察到的大多数变暖都是由于人类引起的温室气体排放，特别是二氧化碳（CO_2），甲烷（CH_4）和二氧化氮（N_2O）。当地球吸收来自太阳的热量的同时，它也把多余的热量发散到太空中。但是，温室气体吸收了部分发散的热量阻止他们进入太空，这样就造成了使地球大气承载更多热量的“温室效应”。慢慢地就使地球气候开始变化(EPA: 美国气候变化指示者)。

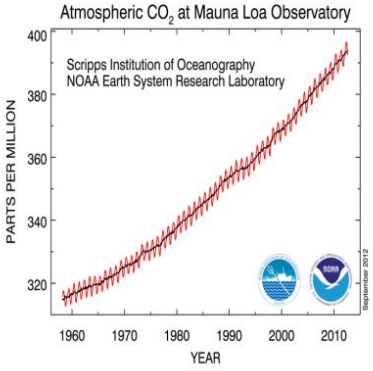
人类活动产生的温室气体大部分来源于能源供应，工业，滥伐森林，农业，交通业和建筑业（EPA: Global Emissions ）。然而，农业活动每年直接要为 5100-6100 兆吨的二氧化碳当量（CO_2e）负责——略等于世界交通部门的排放量——也产生与产值不符的两种高影响的温室气体，二氧化氮和甲烷。Charlie Pye-Smith 在《农业应对气候变化的聪明未来》中写道，农业活动需要对大约 47%的人类产生的甲烷和 58%的二氧化氮负责。

温室气体的农业方面来源包括：

- 土壤释放的二氧化氮，主要原因是氮类肥料的分解。占农业活动释放温室气体总量的38%。
- 家畜肠内物质的发酵制造了大量的甲烷，占农业活动释放量的 32%。
- 来源于水稻生产产生的甲烷，占 11%。
- 最后，焚烧农作物残渣和缺乏对粪便的有效管理利用也产生了 19%温室气体，大多数是二氧化氮和甲烷（Pye-Smith）。

How much CO_2 is in the atmosphere?

根据科学家的估计，在工业革命开始初期，大约有百万分之 290（ppm）的二氧化碳在大气里。到 2000 年，已经增加到有百万分之 370 的二氧化碳在大气里.科学家说过，对于人类来说 350ppm 以内的二氧化碳量都是安全的，但是以目前的增长速度，到 2012 年底，将有 392ppm 堆积（350 Science ）。



Monthly mean atmospheric carbon dioxide at Mauna Loa Observatory, Hawaii; 1958 – 2011
http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/

气候变化对亚洲农业预期的影响

因为有超过了 350ppm 二氧化碳在大气里，气候的影响现在正在发生并且预期将变得更坏，这些影响包括:

- 在极点附近的海冰减少。
- 海平面加速上升- 到 2050 年将上升 33 厘米（13 英寸），最近 50 年观察到最高的上升量是 20 厘米（8 英寸）。
- 更长时间也更强烈的热浪-政府间气候变化专门委员会预测到下个世纪气温将有一个 2.5-10 华氏度（1.4-5.6 摄氏度）的增加。
- 一项麻省理工学院的研究估计气温每增加一摄氏度（1.8 华氏度），热带地区将有 10%的降雨都是极端暴雨。但是因为最湿润地区的降雨增加，尤其是在雨季，预计干燥的地方甚至会变得更干。

气候变化对大湄公河次区域（the Greater Mekong Subregion；GMS）的农业的预期影响

一份由国际水资源管理研究所（IWMI）、瑞典国际开发署（SIDA）和在大湄公河次区域（GMS）的世界渔业中心联合出版的汇总报告显示，预计到 2050 年在 GMS 气候变化的影响是：

- **气温上升**-温暖的环境会阻碍授粉所以就会减少粮食和牧草的产量。当稻米开花的时候热压力会使花完全开放，这样就阻碍了另一朵的开放同时也影响散粉，所以就会减少授粉率和谷粒的数量（Bazzaz and Sombroek）。IRRI 报告说更高的夜间温度会降低大米的产量，即最低温度每增加 1 度大米产量就会下降 10%。
- **病虫害增加** – 更高的温度和更长的生长期会促进破坏性害虫数量的增加。
- **水需求增加** – 更高的温度会增加蒸发量，雨养的和灌溉的粮食和牧草作物对水的需求量会增加。
- **作物生存能力改变** – 气温和降雨方式的改变可能要求农民使用新品种或改变播种模式。
- **生态系统的垂直变化** – 在热带和亚热带地区，海拔每增加 100 米（328 英尺）年平均气温降低 1 摄氏度。所以当气温增加时生态系统的一些垂直变化是可能发生的，尤其是在青藏高原地区和云南的山区。
- **季节更替的变化** – 湿季开始和结束时间的变化可能会影响作物产量和灌溉需求量（是积极的还是消极的影响，是由作物历法决定的）。
- **极端气候事件** – 一些极端天气可能会变得更频繁。

- **海平面上升和海水入侵 –** 海水上升会减少三角洲和海岸沿线可耕作土地的面积。盐水入侵已经影响了湄公河三角洲 140 万公顷（346 万英亩）的土地。如果海平面继续上升将需要用合适的方式来保护作物。
- **影响渔业 –** 气候变化也可能对水生微生物的可获得产生消极影响。因为干燥季节河流量减少可能造成渔业萎缩。野生鱼类尤其是在海里的鱼的储量变化会影响鱼肉和鱼油的供应，从而影响受其支撑的水产养殖和水牧业。当然，海平面上升也可能带来新机会，水产养殖业可以在不再适合农作物生产的海岸和三角洲地带开展。

调整农业生产以应对气候变化和减缓气候变化的方法和资源

以下部分提供了一些推荐的方法（和挑选出来的网络资源的链接），它们为农业发展组织提供一些思考和可能的推动方法，从而帮助小型农户发展弹性农业系统同时更好地缓解农业因素引起的气候变化。推荐的方法和资源将涉及以下几个方面：

- 灌溉稻谷生产。
- 旱地农作物生产。
- 园艺作物生产。
- 畜牧业。
- 沿海生产和水产养殖。
- 非传统能源在农业和社区发展中的角色，他作为一种减少对化石能源的依赖和促进使用生物能源的方法。

生物固碳（C）可能是最好的来缓解气候变化的农业方法。生物固碳就是通过光合作用把大气中的二氧化碳转变为生物量的碳，并且把它储存在植物中（叶、茎和根）和土壤中。有很多使用农用地和森林的方法来提高大气二氧化碳的自然储存，例如：

- 种植或保护植物。
- 改变农作物生产习惯。
- 在易发生水土流失的地方种植植物。
- 改变牧草地的管理方式。

当森林、田地和牧草地可以固碳时，这些东西就可以进**行碳汇**了(Haile, *et al.*)。

改变灌溉型稻米的生产方式来适应气候变化

因为较高的温度对稻米产量有负面影响，灌溉型稻米的生产者可能需要考虑选择**可替代的种植日期**。如果土壤湿度允许，在一个较热的环境中，农民应该考虑农作物种植可能替代的日期，这个时间应该是保证稻米能正常繁殖和灌浆的温度较低的月份(Redfern, *et al.*)。

另外，推荐**使用传统的水稻品种和可能的新品种**。开发人员可以考虑评估和发展高韧性的传统品种，也可以使用具有耐温性、耐盐性、抗干旱和抗洪水的可能的新品种（同上）。为了使这两种方式都可能实施，应该鼓励农业社区帮助建立社区种子银行，从而推动农户储存种子和/或提供种子交易会。这样就可以检查、保护和延长传统水稻品种的潜在价值。推荐网络上的 ECHO 的种子保存和种子银行资源包括：

- ECHO Technical Note #63: *Seed Saving - Steps and Technologies* ECHO（技术期刊 Note #63：《种子储存-步骤和技术》）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/TN_63_Seed_Saving--Steps_&Technologies.pdf

- *Testing Seed Viability Using Simple Germination Tests* (ECHO Asia Notes) （《用简单的出芽测试来检测种子活性》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Testing_Seed_Viability_Using_Simple_Germination_Tests.pdf
- *Vacuum Sealing vs. Refrigeration: Which is the most effective way to store seeds?* (ECHO Asia Notes) （《真空包装和冷藏：哪一种是最有效的种子储存方式?》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Vacuum_Sealing_vs._Refrigeration.pdf
- *Build Your Own Seed Germination Cabinet for Testing Seed Viability*(ECHO Asia Notes) （《建立你自己的种子发芽柜来测试种子活性》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Build_Your_Own_Seed_Germination_Cabinet.pdf

关于种子分享（种子交流会）的其他资源包括：

- *Seed Fairs: Fostering local seed exchange to support regional biodiversity* (ECHO Asia Notes) （《种子交流会：培育当地种子来支持地区生物多样性》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/0ADF35ED-72B3-44AA-92B5-D50F9B4A741D/EAN_12_-_January_2012.pdf
- *Farmers' Seed Fairs* (ECHO Technical Note) （《农民的种子交流会》（ECHO 技术期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Seed_Fairs.pdf

这里是一些合适的（国际或政府的）咨询机构的资源，他们能提供更好的水稻新品种，并能介绍合适的农作物品种给农业社区：

- *Climate change-ready rice* (International Rice Research Institute) （《气候变化-准备好的稻米》（国际稻米研究所））
  http://www.irri.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=9148:climate-ready-rice&lang=en
- *The Crop Genetic Pump: A Possible Task for NGOs* (ECHO Asia Notes) （《农作物基因泵：非政府组织可行的任务》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/The_Crop_Genetic_Pump.pdf

水稻强化栽培体系（SRI）不仅有适应气候变化的潜力还有减轻气候变化的潜力。SRI 包括以下步骤：

- 在不到一个月时就移栽秧苗。
- 单株秧苗移栽，不是两三株或更多的一起移栽。
- 栽培间距宽一点并均匀一点，不要太密且不均匀。
- 保持土壤湿润但不要水掩着。

作为气候变化的反应，SRI 正在被推广的原因如下（Uphoff）：

- SRI 方法减少了农作物对灌溉水的需要。
- 有报告称 SRI 稻米有耐旱性和抗旱性。
- 可以抵抗的风暴损害和低温。
- 抵抗病虫害。
- 更短的作物生长时间（1-3 星期）。

- 减少温室气体排放，特别是甲烷的减少；但是一氧化碳的影响程度还不能确定。

SRI 可以部分或全部被评估被采用。一些柬埔寨的农民已经把他们的稻田分成两份，分别使用不同的管理方法来处理不确定的降雨，例如一半采用传统的水稻种植技术，另一半就采用非水密集型的 SRI 种植方法(Redfern, et al.)。

以下是适合农技开发人员的 SRI 相关有用资源：

- *SRI, the System of Rice Intensification: Less Can Be More* (ECHO Development Notes) （《SRI，水稻强化系统：少即是多》（ECHO 发展期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn70.pdf
- *Can a Consensus be Reached on the Benefits of SRI?* (ECHO Development Notes) （《对 SRI 益处的共识是可以达成？》(ECHO 发展期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue102.pdf
- *Lessons Learned from the Spread of SRI in Cambodia* (ECHO Asia Notes) （《从 SRI 在柬埔寨的推广所学到的》(ECHO 亚洲期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Lessons_Learned_from_the_Spread_of_SRI_in_Cambodia.pdf
- *Preparation of Modified Mat Nurseries (MMN) for Improved Rice Seedling Production* (ECHO Asia Notes) （《改进育秧垫的准备工作可以促进水稻育苗》(ECHO 亚洲期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Preparation_of_Modified_Mat_Nurseries.pdf
- SRI 国际网络和资源中心的（SRI-水稻）有不同语言的《SRI 教学手册》（*SRI Instructional Manuals*）。http://sri.ciifad.cornell.edu/extmats/index.html

农民和开发者也应该考虑**在旱季里用更抗旱的农作物与水稻轮作**，尤其是豆科植物，例如绿肥/覆盖植物（GM/CC）。这种方式似乎已经证明了它是一种适应有限水资源的有价值的方法(Redfern, *et al.*)。与水稻轮作的其他作物的例子包括：

- **与豆科植物轮作。**例如在菲律宾，在进行两季的水稻种植之后还会轮作绿豆 (*Vigna radiata*), 落花生 (*Arachis hypogaea*) 和大豆 (*Glycine max*) (同上.)。
- 与 **GM/CCs** 的轮作，例如在泰国，与水稻轮作的有菽麻 (*Crotolaria juncea*), 矮刀豆 (*Canavalia ensiformis*), 田菁(*Sesbania rostrata*) and 绿豆(*Vigna radiata*)。另外，耐旱作物例如土豆、大蒜和洋葱也常常在旱季的稻田里种植。

有关灌溉水稻与不同作物轮作的资源包括：

- *Crotalaria juncea, a promising green manure crop for the tropics* (ECHO Asia Notes) （《菽麻，一种在亚洲有前途的绿肥》（ECHO 亚洲期刊））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Crotalaria_juncea.pdf
- *Sesbania rostrata*: *A Green Manure Production System for Rice – From ECHO's Seed Bank* (ECHO Development Notes #75, page 7) （《田菁：为水稻提供绿色肥料的生产系统-来自 ECHO 种子银行》(ECHO 发展期刊 #75, 第 7 页)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn75.pdf
- *Soybeans in the Tropics* (ECHO Development Notes) （《大豆在热带》(ECHO 发展期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn92.pdf

为了储存碳，水稻农民应该停止在他们的地里焚烧秸秆。相反的，应该鼓励他们从以下资源得到益处：

- 在稻田里进行**水稻秸秆循环**以形成土壤并滋养土壤 — 参见《水稻秸秆不可思议的影响：作物残渣循环以改善土壤》(ECHO 亚洲期刊)（ *The Amazing Effects of Rice Straw: Recycling Crop Residues to Improve the Soil* (ECHO Asia Notes)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/The_Amazing_Effects_of_Rice_Straw.pdf)
- **种植第二种作物，**例如在水稻残株之间种植大豆—参见《揭开大豆生产和销售的神秘面纱：我们在老挝的经验》(ECHO Asia Notes) （*Demystifying Soybean Production and Marketing: Our Experience in Laos* (ECHO 亚洲期刊) ）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/0ADF35ED-72B3-44AA-92B5-D50F9B4A741D/EAN_15.pdf)
- **使用水稻秸秆覆盖其他作物**-参见《水稻秸秆循环-一个水稻可持续生产的出发点》（*Recycling of Rice Straw – an entry point for sustainable rice production* ）
  http://www.slideshare.net/Scheewe/effects-recycling-of-rice-straw-2009-09-23v-072011)

鸭子营救

在亚洲，鸭子和水稻已经有很久的渊源了。水生家禽给水稻生产带来好处，因为它们吃蛇、害虫和某些杂草，他们也提供肥料，他们还会踩踏水稻砂土的表面。一个在中国广州进行的关于水稻-鸭子农业生态系统中稻田甲烷释放的研究表明虽然鸭子对甲烷释放的影响与水稻生长阶段和空气温度有关，但把鸭子引入水稻种植系统一般能缓解甲烷的释放并降低由此引起的全球变暖的危险。

在这个研究中，科学家观察到在水稻分蘖阶段鸭子的稻田活动会增加甲烷释放，但是在水稻抽穗阶段甲烷会降低。虽然这个现象确切的原因还不知道，但研究人员推测应该是通过物理搅动稻田里的水，频繁的鸭子活动会加速甲烷释放进大气。另一方面，物理运动会增加溶解的氧气集中在稻田水里，所以这些搅动就会帮助增加甲烷氧化，这样就能减少甲烷的释放。

更多资源请点击以下相关文章的链接：

- http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/2011/ja_2011_zhang_003.pdf

也可以参见《清理鸭、清理浮萍和清理鱼在越南综合农业系统中的角色》(FAO 资料)（ *The Role of Scavenging Ducks, Duckweed and Fish in Integrated Farming Systems in Vietnam* (FAO document)）：

- http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/conf96.pdf/men.pdf.

改造旱地作物生产来适应气候变化

大多数亚洲热带地区的小型农户从事旱地作物生产。他们的生产特别容易受缺少可靠的季节性降雨、频繁的干旱和因为密集降雨引起的土地退化的伤害。

建立弹性旱季农作物系统和缓解气候变化的方法是土壤保持，它是一种减少强降雨引起的土壤流失的方法。ECHO 相关资源，可见：

- *Improving Degraded Land* (ECHO Best Practices Note) （《改善土地退化》(ECHO 最佳实践期刊)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F267E2F9-644D-46CF-8ADB-213667181889/BPN_1_Improving_Degraded_Land--interactive.pdf
- *Vegetative and Agronomic Technologies for Land Husbandry* (ECHO Development Notes #89, page 5) （《土地管理中的植物和农学技术》(ECHO 发展期刊 #89, 第 5 页)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn89.pdf

另外，种植**绿色肥料/覆盖植物(green manure/cover crops)**能防止土壤流失也能增加有机物含量，从而保持土壤湿度避免干旱的影响。GM/CCs 也能改善土壤状况和肥力同时控制杂草。各种有效的 GM/CCs 在东南亚种植，包括扁豆 (*Lablab purpureus*), rice 饭豆 (*Vigna umbellata*), 豇豆 (*Vigna unguiculata*) and 矮刀豆 (*Canavalia ensiformis*)。更多信息，见以下：

- *Sustainable Upland Farming: The Use of Green Manure/Cover Crops for Relay Cropping in the Permanent Hill Fields of Northern Thailand* (ECHO Asia slide presentation) （《可持续发展的山地农业：在泰国北部山区永久性种植地的套种中使用绿色肥料/覆盖物》(ECHO 亚洲幻灯片演讲)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Green_Manure_Cover_Crops.pdf
- *The Use of Green Manure/Cover Crops for Relay Cropping in Northern Thailand (ECHO Asia Notes)* （《泰国北部绿色肥料/覆盖植物在套种种植中的应用》(ECHO 亚洲期刊)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/0ADF35ED-72B3-44AA-92B5-D50F9B4A741D/EAN_10_-_July_2011.pdf

不要焚烧 GM/CCs 的残渣，他们将有助于保持土壤表面覆盖并且增加改善土壤质量的有机物的利用率。这样能保持湿度避免干燥，也能储存碳（参见之前管理作物残渣的链接）。

为了在干旱的时间和区域里更有弹性，可以种植**耐旱作物**。国际农作物研究中心的半干旱热带部（ICEISAT）表示最好地打击贫穷和饥饿的方法就是大规模推广耐旱农作物。ICRISAT 推广的重点是落花生 (*Arachis hypogaea*), 木豆 (*Cajanus cajan*), 珍珠稷 (*Pennisetum glaucum*), 鹰嘴豆 (*Cicer arietinum*) and s 高粱 (*Sorghum bicolor*)。其他的耐旱作物还包括木薯 (*Manihot esculenta*) and 籽粒苋 (*Amaranthus cruentus*)。

ECHO 有不同耐旱作物的资源。例如

- *From ECHO's Seed Bank: Chickpea seeds from ICARDA* (ECHO Development Notes #108, page 7) （《ECHO 的种子银行的：来自 ICARDA 的鹰嘴豆种子》(ECHO 发展期刊 #108, 第 7 夜)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue108.pdf
- *Insights from a simple sorghum trial in Haiti – From ECHO's Seed Bank* (ECHO Development Notes #95, page 8) （《从海地的简易高粱种植尝试观察到的 - 来自 ECHO 种子银行》(ECHO 发展期刊 #95, 第 8 页)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn95.pdf
- *Dryland Farming: Crops and Techniques for Arid Regions* (ECHO Technical Note) （《旱地农业：干旱地区的农作物和技术》(ECHO 技术期刊)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/DrylandFarming.pdf

- *Increasing the number of cassava tuber roots – Traditional Techniques to Improve Plant Performance* (ECHO Development Notes #89, page 2) （《增加木薯块根的数量-传统技术促进植物表现》(ECHO 发展期刊 #89, 第 2 页) ）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn89.pdf
- *Amaranth: Grain and Vegetable Types* (ECHO Technical Note) （《苋属植物：粮食作物和蔬菜作物类型 》(ECHO 技术期刊) ）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Amaranth_Grain_&_Vegetable_Types_[Office_Format].pdf
- *Amaranth Potential for the Highlands of Southeast Asia* (ECHO Asia Notes) （《在东南亚高地苋属植物的潜力》(ECHO 亚洲期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Amaranth_Potential_for_the_Highlands_of_Southeast_Asia.pdf.

在没有足够长的时间的森林休耕系统来改善土壤和储存碳的地方，并且还在继续刀耕火种的地方，推广使用灌木豆科的**短期休耕系统**来实现可持续的山地水稻种植，是一种好的选择。有一个相关资源：《强化以水稻为基础的山地系统的条件》（国家农业和林业研究中心出版-老挝）（*Opportunities for Intensifying Rice-Based Upland Systems* (National Agriculture and Forestry Research Institute publication - Laos) ）
http://www.nafri.org.la/document/sourcebook/Sourcebook_eng/volume2/01_shortfallowalts_iuarp.pdf.

水稻种植的梯田模式的推广是应该考虑用在高地的，因为它的波状外形可以截获雨水所以它是更安全的水稻生产系统。参考《水稻在老挝山地的角色：食品安全，农民生活和经济》（*The Role of Paddy Rice in the Lao Uplands: Food Security, Farmer Livelihoods, and Economics*）（取自 NAFRI 关于刀耕火种稳定性和消除贫困的山地研讨会的一章）
http://www.nafri.org.la/document/uplandproceedings/24_rice_pandey.pdf.

当极端天气对农作物恢复力的影响极其重要时，**旱作农田作物的多样性**能防止种植的全面失败。例如，东南亚的山地常常混合种植着旱稻、粟、高粱和其他作物。

相似的，与**多年生植物**构成的作物多样性也应该被强调。永续农业学家，Eric Toensmeier，表示这组植物包括“谷物，豆类（干豆），坚果，干豆荚，淀粉类水果，含油种子，高蛋白的叶子，和一些比较独特的品种如充满淀粉的树干，含糖棕榈汁，和气生块茎。”他也强调作为免耕永久性农业系统的一部分，多年生植物也能储存碳，固定陡坡，并形成土壤。关于更多的多年生作物的信息参见下列资料：

- Toensmeier’s *Perennial Staple Crops of the World* （《Toensmeier 的多年生植物的世界》）
  http://www.perennialsolutions.org/perennial-farming-systems-organic-agriculture-edible-permaculture-eric-toensmeier-large-scale-farmland.html
- ECHO’s *Banana, Coconut and Breadfruit* (ECHO Technical Note)（《 ECHO 的香蕉、椰子和面包树果》 (ECHO 技术期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Banana_Coconut_&_Breadfruit.pdf.

多年生植物是组成**生物多样性的复合农林系统**的重要部分。这样的系统比单一一年生作物系统和单一多年生系统（单一物种种植）更有弹性，因为 Toensmeier 展示了单一物种种植几乎不能储存碳，并且面对害虫和极端天气事件更为脆弱。生产多种非木材森林产物的复合农林系统也能促进生物多样性、生产力、恢复力和固碳能力，在亚洲有很高的价值。更多信息，参见以下资源：

- *Agroforestry Principles* (ECHO Technical Note) （《复合农林业原则》(ECHO 技术期刊)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Agroforestry_Principles_[web_format].pdf
- *Non-Timber Forest Product-Based Agroforestry Systems for Small Upland Farms* (ECHO Asia slide presentation) （《小型山地农业中的基于非木材森林产物的复合农林业系统》(ECHO 亚洲幻灯片演讲)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Agroforest_Options.pdf
- *Indigenous Agroforestry Practices of Northern Laos*(National Agriculture and Forestry Research Institute publication - Laos) （《在老挝北部的本地复合农林业的尝试》 (国家农业和林业研究中心出版-老挝)）
  http://www.nafri.org.la/document/sourcebook/Sourcebook_eng/volume2/26_AFsurvey_Lsuafrp.pdf
- *NTFP-Based Approaches for Sustainable Upland Development* (National Agriculture and Forestry Research Institute publication - Laos) （《基于非木材产品的可持续山地发展》 (国家农业和林业研究中心出版-老挝)）
  http://www.nafri.org.la/document/sourcebook/Sourcebook_eng/volume2/22_ntfps_sounthone.pdf.

改善园艺系统以适应气候变化

因为小型园艺系统通常是精耕细作的蔬菜地或小型果园，所以应对气候变化的措施比起粗放农业系统常常可以更集中，在某种程度上也更能迅速实现。加强小型园艺系统的弹性和缓解气候变化推荐的方法有： 1) 种植多样化的多年生植物, 2) 改善水的获得渠道, 3)促进土壤的保水能力和排水能力 4)用于太湿或水淹土壤的园艺方法。

种植多样化的多年生植物能提供不间断的蔬菜和水果

果园里已有的多年生植物可能已经具备了面对干旱的韧性。但是，特别需要强调的是作为水果、蔬菜和其他产物的来源，农业开发工作者就被要求对多年生植物做更多的改进。深根，耐旱的品种需要不多，如果可以，需要一些容易灌溉并且能提供一年到头产品的多样的品种。

多年生植物，例如辣木(*Moringa oleifera*), 守宫木 (*Sauropus androgynous*), 红芽无花果(*Ficus virens*), 恰亚（驱虫苋）(*Cnidoscolus aconitifolius*), 罗望子 (*Tamarindus indica*), and 攀缘合欢 (*Acacia pennata*)生产可以吃的叶梢。相关网络资源，参见以下：

- 《辣木》(ECHO 技术期刊)
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Moringa_Tree.pdf
- 《恰亚（驱虫苋）》 (ECHO 技术期刊)
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/49B3D109-0DE9-458E-915B-11AAF1A67E20/Chaya.pdf

- 《守宫木 (Katuk) – 来自ECHO种子银行：一种有营养的多年生常绿植物》（*From ECHO's Seed Bank: A Nutritious Perennial Green* (ECHO Development Notes)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn90.pdf
- 《多年生植物的好处》（*Advantages of Perennial Vegetables* (ECHO Development Notes) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue107.pdf
- 《叶子、芽和心：一些泰北多年生植物的手册》（*Leaves, Shoots and Hearts: A Guide to Some of Northern Thailand's Perennial Vegetables* (UHDP and ECHO Asia slide presentation)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Leaves,_Shoots_and_Hearts.pdf
- 《整个雨季的蔬菜生产》（*Vegetable Production Throughout the Rainy Season* (ECHO Asia Notes)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Vegetable_Production_Throughout_the_Rainy_Season.pdf.

一年四季的水果生产- 香蕉 (*Musa acuminata*), 番石榴 (*Psidium guajava*), 番木瓜 (*Carica papaya*), 榴莲 (*Artocarpus heterophyllus*) and 石榴(*Punica granatum*)一年四季都产果实。这些水果作物应该用于季节性水果的补充以保证一整年的营养。关于基本热带水果的信息，参见：

- 《一种新的水果作物的介绍：一个来源于非洲中部的经验》（*Introducing a New Fruit Crop: An Experience From Central Africa* ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/TN_68_Introducing_a_New_Fruit_Crop.pdf
- 《温暖气候下的水果》（朱丽亚 摩顿 的经典在线提供）（*Fruits of Warm Climates* the on-line offering of Julia Morton's classic) ）http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html

不断增加的干旱地区的水果 – 印度和巴基斯坦之间的大片区域被认为是既不适合半干旱农业也不适合干旱农业，而其他亚洲热带国家的一小部分被定义为干旱地区，包括缅甸中部，泰国东北部和印度尼西亚及菲律宾的部分地方。因为根据预测干旱地区会变得更干，所以在干旱条件下长势良好的水果作物应该被考虑，包括：沙漠柑橘(*Citrus glauca*), 无花果 (*Ficus carica*), 火龙果 (*Hylocereus undatus*), 枣椰 (*Phoenix dactylifera*) and 大枣 (*Ziziphus mauritiana*)。关于这些作物中的大多数的详细信息请见温暖气候的水果。

改善自家园子的水的获得渠道以减轻干旱的影响

整个亚洲的很多贫穷的社区依然缺乏方便的、长期的饮用水渠道，也包括小规模的农艺和园艺用水。为了使水更容易获得，与当地利益相关者合作开发社区水资源是最好的方式。根据当地的需求、当地资源和财力，社区和农户获取水资源的工作可能包括以下：

- 社区重力水系统
- 村子的井和泵
- 房子和花园的雨水收集系统
- 存储水的池塘和水库

另外，通过使用以下方法应该可以扩大获得水的渠道：

- 踏板泵

- 柱塞式泵
- 自制 PVC
- 滴灌技术
- 小型喷洒器
- 用软管和/或浇水罐的精确人工浇水

只要有可能，园子也应该被建在常年湿润的地方，例如户外洗衣和洗澡等位置接近村子的井、水泵和水龙头的地方。也可以把园子设置在天然的季节性的湿润点附近（泥塘、排水沟、小水沟和湿季溪流），这些都可以帮助捕获留存的水分，这样就能把蔬菜生产扩大到旱季。

相关网络资源如下：

- 《小社区的水资源供应》（*Small Community Water Supplies*）（*由 ITACA 提供，一个互联网相关技术的集体*）；这个综合的 PDF 文章包含了大量的与水资源相关的题目，包括捕获雨水，矿泉水开发、井和地表水。它也包括了水质和水处理的内容。 http://www.itacanet.org/doc-archive-eng/water/small-community-water-supplies/small-community-water-supplies.pdf
- 也是由 ITACA 提供的《一个重力流水系统的结构》（The *Anatomy of a Gravity Flow Water System*），是一个网上图片指南，它详细描述了一个供给 32 个家庭的重力流水系统的结构。 http://www.itacanet.org/anatomy-gravity-flow-water-system/
- 梅里巴泵（来自泰国的热带雨林基金会）提供了建筑和安装柱塞泵的与设计和其他相关信息 http://www.meribah-ram-pump.com/index.php?id=35.

关于灌溉的 ECHO 网络资料如下：

- *Water Harvesting Through Sand Dams* (ECHO Development Notes # 111, page 1) （《用沙坝获得水资源》(ECHO 发展期刊 # 111, 第 1 页)） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue111.pdf
- *Gray Water and Crop Irrigation* (ECHO Development Notes #88, page 1) （《灰色的水和作物灌溉》 (ECHO 发展期刊 #88, 第 1 页) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn88.pdf
- *Irrigating With Salty Water* (ECHO Development Notes #57, page 4) （《用含沙的水灌溉》 (ECHO 发展期刊 #57, 第 4 页) ） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn57.pdf
- *Deep Pipe and Pot Drip System for Irrigation* (ECHO Development Notes #97, pages 3 and 5) （《用于灌溉的深埋管和盆栽滴灌技术》 (ECHO 发展期刊 #97, 第 3 和第 5 页) http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn97.pdf
- *Small-Scale Irrigation Efforts in Haiti* (ECHO Development Notes #79, page 5) （《在海地的小规模灌溉工作》(ECHO 发展期刊 #79, 第 5 页) ） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn79.pdf
- *Micro-Scale Water Harvesting* (ECHO Development Notes #63, page 1) （《小规模的水资源获得》 (ECHO 发展期刊 #63, 第 1 页) ） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn63.pdf

- *Rope Washer Pumps New Advances in Rope Washer Pumps* (ECHO Development Notes #97, page 2) （《绳子垫圈泵的新优点》(ECHO 发展期刊 #97, 第 2 页)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn97.pdf
- *Wick Irrigation* (ECHO Development Notes #115, page 4) （《灯芯灌溉》(ECHO 发展期刊 #115, 第 4 页) http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn_115.pdf
- 《手挖井》（*Hand Dug Wells*） -可以通过 ECHO 渠道订购的工具书 http://www.echobooks.org/SearchResults.asp?Search=Hand+Dug+Wells
- *PVC Hand Pumps* (ECHO Appropriate Technology Note) （《自制 PVC 泵》(ECHO 适用技术期刊)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/B7F86DC3-439D-4486-A7B4-1057664DB7E0/PVC_Hand_Pumps.08.pdf
- *PVC Water Pumps* (ECHO Technical Note) （《PVC 水泵》(ECHO 技术期刊) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/B7F86DC3-439D-4486-A7B4-1057664DB7E0/PVC_Water_Pumps.pdf

促进土壤的保水能力和排水能力

农户的园子可能位于土壤退化和/或含有太多沙的地方，结果土壤的保水能力就很差。或园子土壤可能太黏，导致低排水性。应该考虑以下土壤改良方法来确保种植水果和蔬菜的水的充分利用。

- **堆肥**能维持土壤的有机物质以促进土壤的通透性、保水能力和肥力。
- 用当地可获得的材料做成的**覆盖物，**例如叶子和水稻秸秆，在干燥的时候来保持土壤湿度和保持土壤表面凉爽。
- 在干旱成为大问题的时候和地方，使用凸床。
- 把作物种植在**“在洞”（zai holes）**里（富含堆肥的小凹洞），在干燥的地方且水获得渠道又有限的地方可以最大限度地保持土壤湿度。
- 为新移栽的作物建立一些**阴凉**。

有关改善园子土壤的网络资源

- 《柬埔寨家庭园子手册》（The *Handbook of Home Gardening in Cambodia*）；从海伦凯勒国际（Helen Keller International）可以免费下载。这本手册是一本非常好的热带亚洲的蔬菜园艺资源，它提供了合适作物（一年生和多年生）的实践信息，堆肥的制作和使用，还有覆盖物和其他干旱季节的策略。http://www.hki.org/research/Home%20_Gardening_Cambodia.pdf

ECHO 部分关于覆盖物的资源：

- Roland Bunch 的文章,《营养量或营养渠道？》（ECHO 发展期刊#74, 第 1 页）（*Nutrient Quantity or Nutrient Access?* (ECHO Development Notes #74, page 1) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn74.pdf
- Dawn Berkelaar 的文章,《一个在南亚成功的种植方法》（ECHO 发展期刊 #98, 第 1 页）（*A Successful Approach to Field Cropping in Southern Africa* (ECHO Development Notes #98, page 1) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn98.pdf
- Danny Blank 的文章,《地表以下生命的新观角》(ECHO 发展期刊 # 96, 第 11 页)（ *A Fresh Look at Life Below the Surface* (ECHO Development Notes # 96, page 11)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn96_for_web.pdf

另一个可以考虑的有关改良土壤的方法是**生物炭**，它是一种细微粒的，极多孔的，帮助土壤保持营养和水分的炭（国际生物炭首创（International Biochar Initiative））。生物炭中的碳抗降解，有报道称使这种碳分解进土壤需要几百甚至上千年的时间。ECHO 亚洲最近在它种子银行的生产点评估生物炭的影响。从“等待雨季”（ECHO 亚洲标志）进入，可以看到一篇文章《准备一个生物炭研究》 (*Preparing for a Biochar Study*) http://sustainabilityquest.blogspot.com/2012/06/preparing-for-biochar-study.html。关于生产和采用生物炭的更多信息，它对土壤状况和肥力的影响和他缓解气候变化的潜力等，可以参见以下链接：

- *UBI* http://www.biochar-international.org/regional/ubi
- 国际生物炭首创 *International Biochar Initiative* http://www.biochar-international.org/
- *Biochar - An Organic House for Microbes* (ECHO Asia Notes)（《生物炭-微生物的有机房子》（ECHO 亚洲期刊））http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Biochar-An_Organic_House_for_Soil_Microbes.pdf.

潮湿或水淹地区的园艺种植方法

漂浮园子

孟加拉国为了适应气候变化，采取的方法是推广用水葫芦建造的漂浮园子，即收集水葫芦用它建造八米长一米宽的浮筏。每个筏都用土和牛粪覆盖，在上面种植蔬菜（例如葫芦、秋葵和食叶类植物）。尽管每年都必须建立新的筏，但在旱季时换下来的老的可以作为肥料。相似的用于生产蔬菜的漂浮园子在缅甸的茵莱湖也有。

关于漂浮园子实践行动的更多信息在 http://practicalaction.org/climatechange_floatinggardens.

种在潮湿地方和水淹地的蔬菜

排水差、地势低的地方有被淹被涝的趋势，可能不能支持通常的旱地作物了。对于适应潮湿水淹的作物，应该考虑以下几种亚洲水生作物，包括：

- **水含羞草 Water mimosa** (*Neptunia oleracea*). 这种植物长在水淹的环境下。见《水含羞草》（AVDRC） http://libnts.avrdc.org.tw/fulltext_pdf/ebook1/10-39%20water%20mimosa.pdf.
- **芋头 Taro** (*Colocasia esculenta*). 根据不同的品种，这种作物可以种在水淹的环境里；参见《芋头农业和林业生产和销售的概况》（永续农业研究出版）（*Farm and Forestry Production and Marketing Profile for Taro* (Permanent Agriculture Resources publication) ）http://www.agroforestry.net/scps/Taro_specialty_crop.pdf.
- **空心菜 Water spinach** or kangkong (*Ipomoea aquatica*).根据不同品种，空心菜也可以种在潮湿、水淹的环境下；参见《空心菜的推荐文化做法》（*Suggested Cultural Practices for Kangkong* (AVRDC)） http://libnts.avrdc.org.tw/fulltext_pdf/E/2001-2005/e03423.pdf.
- **莲 Lotus** (*Nelumbo nucifera*).莲生长在水淹的环境里；《亚洲蔬菜》（*Asian vegetables*）有一章（新农作物产业手册）有生产莲的信息。http://203.88.115.225/shadomx/apps/fms/fmsdownload.cfm?file_uuid=4A1FDBDE-F589-9F81-B9B4-6763A646F8F9&siteName=RIRDC.
- **水田芥 Watercress** (*Nasturtium officinale*).这也是长在水淹环境里的；参见《夏威夷水田芥生产》（夏威夷大学）（*Hawaii Watercress Production* (University of Hawaii)）http://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/RES-088.pdf.

- **过沟蕨 Vegetable fern** (*Diplazium esculentum*).这种热带过沟蕨长在潮湿或水淹没的环境里。不巧的是，在网上有非常少的关于这种作物的可用信息。有一个简短的关于过沟蕨的和其它水生作物的介绍，参见《水生植物 vs. 有机土沉降 》（Julia F. Morton and George H. Snyder） （*Aquatic Crops vs. Organic Soil Subsidence* (Julia F. Morton and George H. Snyder) ） http://www.fshs.org/Proceedings/Password%20Protected/1976%20Vol.%2089/125-129%20(MORTON).pdf.

《水生植物的利用手册》（FAO 渔业技术的论文 No.187）（The *Handbook of Utilization of Aquatic Plants* (FAO Fisheries Technical Paper No. 187)）是一本关于供人类和家畜消费的各种水生作物种植的权威资料 http://www.fao.org/docrep/003/X6862E/X6862E00.htm#TOC.

改造畜牧业系统以适应气候变化

《农业应对气候变化的聪明未来》(Pye-Smith)提到，地球上 33%的农作物土地都用于种植动物饲料，并有 26%的冰冻地用于放牧。面对气候变化畜牧业表现出很多需要挑战的东西。

- 畜牧业要为过度放牧、土地退化和森林消失、释放大量温室气体负责。
- 牲畜也是全球甲烷释放的最主要的来源。
- 一年一度大豆收获是值得注意的点——大部分的大豆种植在拉丁美洲被砍伐了的热带雨林的原址上——它被用于动物饲料。
- 在未来的 10 多年里，对肉制品的需求预期是爆炸性上升的，所以以上这些影响预计也会上升。

一系列广泛的措施才能减少畜牧业对气候变化的影响，包括：

- 发展产甲烷少的反刍动物的新品种。
- 改进家畜生产和喂养系统。
- 更好的放牧管理以促进动物营养和减少温室气体排放。
- 介绍能减少温室气体释放的粪便管理方法。
- 为了减少浪费和提高土壤肥力，采用综合性牲畜和农作物生产（同上）。

参与弹性畜牧业

尽管产生较少甲烷的新品种反刍动物还不是一个可行的现实，但是对于小型农民来说获得耐热的多种品种的牲畜的渠道是有的。为了含量热量对家畜生产的影响，Calvosa, *et al*. (IFAD) 推荐了一些策略：

- 识别和加强适应当地气候压力和食物来源的**本地品种**
- 通过与耐热和抗病品种杂交改善本地基因。

因为较好的耐热和耐病性的合适基因资源可能也包括了强壮的本地品种，所以 NGO 和其他发展机构可以扮演清查和保护当地牲畜的多样性的角色。如果需要，他们能帮助从其他地方获得新的合适的品种。一个关于介绍维持牲畜多样性和耐热牲畜繁殖及管理策略的资源是《气候变化与动物基因资源描述、繁殖和保护》（FA O 演讲幻灯片）（*Climate change and the characterization, breeding and conservation of animal genetic resources* (FAO slide presentation)） http://www.globaldiv.eu/Livestock_Biodiversity_Workshop/Presentations/5th%20May%202010/Hoffmann.pdf.

改进家畜生产和喂养系统

随着预计不断增加的酷热和害虫（e 例如苍蝇、蚊子）的压力，改善小型 农民牲畜生产的行动应该包括**提供遮棚和水**(Calvosa, *et al*.)，还有**排除害虫**

- 悬挂在动物设施附近的**遮阳布或**类似的塑料网，例如用来遮蔽太阳和排除害虫的猪圈。
- **木醋**可以用于抵御苍蝇并减少臭味。参见《木醋的介绍》(ECHO 亚洲期刊) （*An Introduction to Wood Vinegar* (ECHO Asia Notes) ） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Wood_Vinegar.pdf.
- **水**应该在任何时候都是可得的；雨水收集的方法（与园艺部分的资源条目相似）应该是可以应用的。

说到较好的饲料管理，“割和搬运”家畜喂养系统的密集牧草园能固碳，在热和干的条件下比放牧更高效。为了饲养山羊、牛和猪，这样的牧草园应该由当地合适的牧草组成，例如：狼尾草 (*Pennisetum purpureum*), 桑树 (*Morus* spp)、大尖叶木蓝 (*Indigofera teysmanii*；大尖叶木蓝是一种多用途固氮植物，也可以给家畜、家禽和一些草食鱼提供食物(Nguyen))、大叶千斤拔 (*Flemingia macrophylla*) and 斯蒂罗（柱花草）(*Stylosanthes guianensis*)。有关草料的网络资源有： On-line forage resources include:

- *forage* (ECHO Technical Note) （《草料》（ECHO 技术期刊）） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Forages.pdf.
- *Mulberry: an exceptional forage available almost worldwide!* (FAO bulletin) （《桑树：可以用于全世界大多数地区的优越的草料》(FAO 公报)） http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/Mulberry/Papers/HTML/Mulbwar2.htm.
- *Forage crops ease the burden of finding pig feed* (CGIAR article) （《草料作物缓解了寻找猪饲料的重负》(CGIAR 文章)） http://aciar.gov.au/files/node/8925/Forage_crops_pig_feed.pdf.
- *Managing Feed Resources in Upland Livestock Systems (*National Agriculture and Forestry Research Institute publication - Laos) （《山地牲畜系统中饲料资源的管理》（国家农业和森林研究中心出版-老挝）） http://www.nafri.org.la/document/sourcebook/Sourcebook_eng/volume2/13_feedresources_ciat.pdf.
- *Forage Options for the Lao Uplands* (National Agriculture and Forestry Research Institute publication - Laos) （《老挝山地的草料管理》(国家农业和森林研究中心出版-老挝）)http://www.nafri.org.la/document/sourcebook/Sourcebook_eng/volume2/14_forages_ciat.pdf.

发酵牲畜饲料

发酵的、当地可得的植物材料，例如香蕉的杆、番木瓜果实和其他水果及蔬菜、还有某些发酵的草料可以作为猪、家禽和鲶鱼等**牲畜的补充性口粮**。作为对气候变化的反应，这些用当地草本植物做的饲料有助于使用更少的谷物饲料饲养更多家畜。因为发酵不需要烹煮，所以它也节约了燃料，减少了温室气体的产生。

以下是一个如何使用合适的微生物来生产发酵饲料的介绍：

- 《亚洲自然农业的介绍》（*An Introduction to Asian Natural Farming* ） http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/An_introduction_to_Asian_Natural_Farming_-_Pig_Production.pdf

- *Multiplication and Use of Soil Microorganisms* (ECHO Development Notes #110, page 1) （《土壤微生物的增殖和使用》）（ECHO 发展期刊 #110, 第 1 页））
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/62026577-227A-4FB0-8B25-B0838484CED7/Issue110.pdf

改进放牧管理

国际研究发现放牧对放牧地植被和土壤的影响是消极还是积极的取决于：

- 放牧地生态环境的气候特征
- 放牧历史
- 管理的有效性

例如，根据国际农业发展基金（IFAD）的报告，在草场放牧使温室气体排放减少主要归功于草场储存动物粪便。这份报告也表示能增加碳固存的普通放牧管理行为包括：

- **载畜量管理** – 例如，保持载畜量不要超过牧草承载能力。
- **轮牧管理**是一种考虑成本效益的方式，它减少了来自饲料作物产生的温室气体。有退化危险的土地应该季节性地用栏杆隔开，直到他们恢复。

把草类和豆科植物介绍进牧草地也能加强土壤的碳固定。根据热带农业国际中心（CIAT）的报告，播种牧草的牧场通过以下方式减少温室气体的排放：

- **封存大气中的二氧化碳。**高质量的牧草，例如臂形草，他们储存土壤碳的潜力仅次于原始森林。
- 比在低质量的放牧地/退化的牧草地增殖牲畜，更应该**降低每头动物反刍产生的甲烷。**
- **减少二氧化氮的排放。**

有关改善放牧管理的网络资源有：

- *The Living Fence: Its Role on the Small Farm* (ECHO Technical Note) （《活栏杆：它在小型农业中的角色》(ECHO 技术期刊) ）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/D9D576A1-771A-4D95-A889-4FBD9E75D03D/Living_Fence--Its_Role_on_the_Small_Farm.pdf.
- *Forage Development and Management in Communal Grazing System in Malaysia* (FAO document) （《马来西亚公共放牧系统的草料开发和管理》（FAO 资料））
  http://www.fao.org/ag/AGP/agpc/doc/Proceedings/manado/chap9.htm.
- *Improved Pastures under Coconuts in Bicol* (FAO document) （《菲律宾比科尔在椰子树下发展畜牧业》(FAO 资料)） http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/VIET95/V95_37.PDF.
- *Forage Grasses and Legumes with Broad Adaptation for Southeast Asia* (International Grasslands) （《普遍适用于东南亚的饲料草类和豆类》（国际草场））
  http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/1-01-051.pdf.
- 《热带地区的草料：一种可互动的选择工具》—CSIRO可持续生态环境（CSIRO），主要产业和渔业（DPI&F 皇后地），CIAT 和国际畜牧研究所（*ILRI*）*Tropical Forages: An Interactive Selection Tool* - CSIRO Sustainable Ecosystems (CSIRO), Department of Primary Industries and Fisheries (DPI&F Queensland), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) and International Livestock Research Institute (ILRI) - http://www.tropicalforages.info/.

一种改善牧草地的低投入选择是农民管理的自然恢复（***Farmer Managed Natural Regeneration*** **(FMNR)**），它是一种恢复和改善农业、森林和放牧用地的快速、低投入和容易复制的方法。FMNR最初是上世纪80年代农学家和世界宣明会参与者Tony Rinaudo在西亚改革和

推广的。这种基于鼓励已经存在的植物系统性地再生长或自播种的方法已经传播到了世界的许多角落。它可以用于任何有萌蘖能力（重新发芽能力）的活树桩，或在土壤中有能够发芽的种子的地方。

FMNR已经在干旱的地区采用。在非常干旱甚至连牧草都完全耗尽的时候，放牧的动物时可以使用这种方式，可以用允许种植的树的叶子和荚来喂养它们。半林牧草地的土壤肥力也可以增加，因为当动物花更多时间在树荫底下和寻找掉落的树荚时，动物排泄的粪便和尿液就可以滋养植物。在FMNR系统中的树的阴凉也可以避免牧草和其他作物受热量和风蚀的伤害

更多信息，参见《农民管理的自然恢复》（ECHO 技术期刊）（*Farmer Managed Natural Regeneration* (ECHO Technical Note) ）
http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/D9D576A1-771A-4D95-A889-4FBD9E75D03D/TN_65_Farmer_Managed_Natural_Regeneration.pdf.

管理牲畜废料

牲畜废料，特别是来自大型生产系统的，是甲烷和其他污染物的来源之一，经常因硝酸盐污染水路和地下水。管理这些废料的一种选择是使用大型或小型系统**生产生物气体**（尤指沼气）。更多信息，参见以下：

- *Heifer International Biogas Manual (PDF)* 《国际小母牛沼气手册》
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Biogas_-_Heifer_International.pdf
- *Baron Small-Scale Biogas Digester* (link from the Border Green Energy Team website)
  （ 《Baron 小型沼气吸收器》（链接来源于边界绿色能源团队网站））
  http://www.habmigern2003.info/biogas/Baron-digester/Baron-digester.htm
- *The Livestock Revolution* (ECHO Development Notes # 76, page 3) （《家畜革命》(ECHO 发展期刊 # 76, 第 3 页)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn76.pdf

使用**粪便生产堆肥**是另一种固氮的方式。例如，使用几个月后天然覆盖物水稻壳或木屑会和动物粪便混合。然后，富含氮的物质就能在园子和地里合成堆肥。合适且安全地使用动物粪便的有关信息，见：

- *Manure Management to Prevent Produce Contamination* (ECHO Development Notes #58, page 3)
  （《防止产品污染的粪便管理 》(ECHO 发展期刊 #58, 第 3 页)）
  http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn58.pdf
- 循环牲畜废料（*Recycling Livestock Waste*）（FAO 的出版物，包含了使用牲畜废料生产农作物肥料、沼气和作为动物食物的浮萍植物）
  http://betuco.be/dieren/Recycling%20Livestock%20Wastes%20Fao.pdf
- 《亚洲自然农业的介绍》（*An Introduction to Asian Natural Farming* ）
  (http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/An_introduction_to_Asian_Natural_Farming_-_Pig_Production.pdf)

改善海岸生活方式和水产养殖系统来适应气候变化

根据《农业的气候明智未来》(Pye-Smith)提到的，气候变化将对**渔业和水产养殖业**有相当大的影响，这些产业目前维持大约 50 亿人的生计，也是大多数地球上最穷国家的动物蛋白的主要来源。可能将影响水产生产力的一些气候变化的预测结果是：

- 海平面温度上升。
- 海冰覆盖减少。
- 盐度和酸度改变。

这个报告表明气候变化对渔业和水产养殖业的精确影响主要要看气候变化地区的自然情况和涉及的水生生命的品种。一些水生微生物可能会因为更长的生长季节和更快的生长速度而得益，然而对另一些的影响可能是不好的，这些影响对商业化渔业和生计渔业都是意义重大的。例如，海岸地区的耕地受海平面上升的影响可能需要从农作物生产转变为水产养殖(Pye-Smith)。

由于更多的海水入侵及更大的风暴潮的风险，UNDP 估计孟加拉国的农作物生产已经下降了 30%。如果海平面以现在的速度继续上升，到 2050 年这个国家 16%的海岸地区将被海水淹没。估计孟加拉国海岸地区 1850 万的居民将面临危险，即气候变化导致的无家可归和贫穷。

作为对策，孟加拉国政府正在推广一个“**森林，水果和鱼（Forest, Fruit and Fish）（Triple F（三 F）**”的项目。这个项目是出于生计的目的种植水果和增加鱼量，同时也种植红树林。恢复红树林和其他海岸树林将帮助海岸土地抵御风暴潮，增加野生动物栖息和保持生物多样性，同时也固碳。

关于“三 F”计划的更多信息，跟踪以下链接 http://www.undp.org.bd/projects/prodocs/Coastal%20Afforestration/ANewLandUseModel_ForestFruitFish.pdf.

为了让水产养殖业更好地适应气候变化，IWMI 和世界渔业中心（the World Fish Center）建议：

- **把养鱼业和灌溉农业综合起来（例如鱼/稻系统），**因此促进水的生产率。
- **在水库发展水产养殖业，**可以作为补充的鱼生产也可以减少天然渔业的压力。

因为气候威胁（洪水、干旱）对天然鱼数量的影响可能会增加，农户应该意识到用**小箱子和池塘**来生产更多的鱼的必要性。关于小农户水产养殖资源，可见：

- *A Low Resource Method for Raising Fish in Haiti* (ECHO Development Notes #105, page 1)（《在海地的一个少资源养鱼的方法》(ECHO 发展期刊 #105, 第 1页) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/Issue105.pdf.
- *Fish Farming: Basics of Raising Tilapia & Implementing Aquaculture Projects* (ECHO Technical Note)（《养鱼业：养罗非鱼和开展水产养殖项目的基本要求》(ECHO 技术期刊)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/E66CDFDB-0A0D-4DDE-8AB1-74D9D8C3EDD4/Fish_Farming.pdf.
- *Farm ponds for water, fish and livelihoods* (FAO document)（《为了水、鱼和生计的农业池塘》(FAO 资料)）ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0528e/i0528e.pdf.

用非传统能源缓和气候变化的影响

发展工作者通过推广合适的可再生能源（例如太阳能、水能）可以帮助小农户减小对产生温室气体的碳燃料的依赖，同时也可以帮助推广技术来制造更清洁、更有效并更容易得到的生物燃料（木材、作物残渣、炭等等）。除了沼气（前面已经提及的），发展工作者评估并推广的非传统能源，包括：

- 微型或微微型水利发电，通过水资源的跌落来发电，例如使用山溪、使用小型的相对来说不是很贵的涡轮机-见《在缅甸和泰国的小型水利发电》（ECHO 亚洲期刊）（*Micro-hydro in Myanmar and Thailand* (ECHO Asia Notes) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Micro-Hydro_in_Myanmar_and_Thailand.pdf.

- **太阳能**，使用来自太阳的能量产生电力和用于烹饪的能源，也包括热水—《太阳能，在发展中国家的小范围应用》（*Solar Energy, small scale applications in developing countries* ）（WOT 出版的用太阳、热水和 PV 板来干燥和烹饪），下载地址：http://www.wot.utwente.nl/en/knowledge-center/publications/other-applications.
- **木炭**产生于木材废料、建筑和农作物残渣，它能防止/减少滥伐森林—《在 200 升的水平圆筒窑里生产木炭》（ECHO 亚洲期刊）（*Charcoal Production in 200-Liter Horizontal Drum Kilns* (ECHO Asia Notes) ）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/F6FFA3BF-02EF-4FE3-B180-F391C063E31A/Charcoal_Production_in_200-Liter_Horizontal_Drum_Kilns.pdf.
- **改进木炭和木柴窑**，为了更高效并较少排放地燃烧燃料。参见以下资源：
  - *Indoor Air Pollution from Cooking Fire Smoke* (ECHO Development Notes #85, page 1)（《来自烹饪用火的烟的室内空气污染》(ECHO 发展期刊 #85, 第 1 页)）http://c.ymcdn.com/sites/www.echocommunity.org/resource/collection/CAFC0D87-129B-4DDA-B363-9B9733AAB8F1/edn85.pdf
  - *Portable Clay Stove Construction* (HEDON on-line resource)（方便粘土窑的结构 (HEDON 网络资源)）http://www.hedon.info/PortableClayStoveConstruction
  - *Design Principles for Wood Burning Cookstoves* (The Partnership for Clean Indoor Air)（《烧木材的炉子的设计原则》（清洁室内空气的搭档））http://www.hedon.info/View+Publication&itemId=12226.
- **瓦斯炉**，把生物例如水稻壳变成合成气体作为烹饪的燃料。剩余的烧焦的残渣也能被当作生物焦炭使用。以下是相关资源：
  - *Micro-gasification and why it works* (publication for HEDON website)（《微型气化和它为什么可行》（HEDON 网站发行））http://www.hedon.info/docs/BP53-Anderson-14.pdf
  - *Rice Husk Gas Stove Handbook* (A.T Belonio) 综合资料《水稻壳瓦斯炉手册》(A.T Belonio) http://www.bioenergylists.org/stovesdoc/Belonio/Belonio_gasifier.pdf.

最后的建议

没有一个改进食物生产的单一办法是足够全面地使农民反弹气候变化的影响并缓解未来的变化。幸运的是，这里推荐的几乎所有的办法都是被充分认识的，也是对于可持续农业和社区发展的可接受的方法。但是当研究合适的和有弹性的应对气候变化的农业反应时，每个研发工作人员或机构应该评估和可以促进的方面集中在以下几点：

- 哪些针对气候变化的改进和缓解方法最适用于特别的地区和重点社区？例如，例如某些海岸的方法可能不适合山地地区。

- 对于一些小型机构，集中和专业的应对比起宽泛的尝试可能是更好的办法。
- 对于共同关注的地区，机构之间应该相互咨询相互合作来整理非竞争性的应对策略。
- 聚焦气候变化的国际捐赠的资金正在增加。不同的机构应该考虑他们怎样能最好地与国际机构（还有其他的组织）合作，以找到合适的资金和其他资源的渠道，从而帮助建立有弹性的农业和社区。

List of references

Belonio, Alexis T. *Rice Husk Gas Stove Handbook.* Appropriate Technology Center. Department of Agricultural Engineering and Environmental Management, College of Agriculture, Central Philippine University, Iloilo City, Philippines, 2005.

Calvosa, Chiara, Delgermaa Chuluunbaatar and Katiuscia Fara. *Livestock and climate change*. International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome, 2010. http://www.ifad.org/lrkm/factsheet/cc.pdf.

Chestney, Nina. "More than 100 million people will die and global economic growth will be cut by 3.2 percent of gross domestic product (GDP) by 2030 if the world fails to tackle climate change." *Reuters*, September 26, 2012. http://www.reuters.com/article/2012/09/25/climate-inaction-idINDEE88O0HH20120925.

Chu, Jennifer. "When it rains, it pours: Study estimates rate of intensification of extreme tropical rainfall with global warming." *MIT News Office*, September 16, 2012. http://web.mit.edu/newsoffice/2012/study-shows-intensified-tropical-rainfall-with-global-warming-0917.html.

Earth System Research Laboratory. "Trends in Atmospheric Carbon Dioxide." http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/ (accessed Nov. 13, 2012).

Environmental Protection Agency. "A student's guide to global climate change." http://www.epa.gov/climate/climatechange/kids/basics/today/greenhouse-gases.htm (accessed December 27, 2012).

Environmental Protection Agency. "Causes of Climate Change." http://www.epa.gov/climatechange/science/causes.html (accessed December 27, 2012).

Environmental Protection Agency. "Global Emissions." http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html (accessed December 27, 2012).

Environmental Protection Agency. "Glossary of Climate Change Terms." http://epa.gov/climatechange/glossary.html (accessed December 27, 2012).

Haile, Solomon G., Clyde W. Fraisse, Vimala D. Nair, and P.K. Ramachandran Nair. *Greenhouse Gas Mitigation in Forest and Agricultural Lands: Carbon Sequestration*. Publication #AE435, University of Florida IFAS Extension, 2012. http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AE/AE43500.pdf.

Haq, Naimul. "Forests, Fruit and Fish Could Save Coastal Communities." *Inter Press Service News Agency,* accessed Jan. 7, 2013. http://www.ipsnews.net/2012/12/forests-fruit-and-fish-could-save-coastal-communities/?utm_source=People+and+Forests+E-News&utm_campaign=bf6871d2c1-People_and_Forests_E_News_JAN_2013&utm_medium=email.

Harvey, Fiona. "Climate change is already damaging global economy, report finds." *The Guardian*, September 26, 2012. http://www.guardian.co.uk/environment/2012/sep/26/climate-change-damaging-global-economy?newsfeed=true&utm_source=People+and+Forests+E-News&utm_campaign=c84e2d7f09-People_and_Forests_E_News_Oct_2012&utm_medium=email.

Johnston, Robyn, et al., *Rethinking agriculture in the Greater Mekong Subregion: how to sustainably meet food needs, enhance ecosystem services and cope with climate change*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2010. http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Other/PDF/Summary-Rethinking_Agriculture_in_the_Greater_Mekong_Subregion.pdf.

Laborte, Alice, et al., "Rice feels the heat." *International Rice Research Institute*, Los Banos, Philippines, accessed Sept 10, 2012. http://irri.org/index.php?option=com_k2&view=item&id=12246:rice-feels-the-heat&lang=en.

Leiserowitz, Anthony, et al., *Climate change in the American mind: Americans' global warming beliefs and attitudes in September, 2012.* Yale University and George Mason University. New Haven, CT: Yale Project on Climate Change Communication, 2012. http://environment.yale.edu/climate/files/Climate-Beliefs-September-2012.pdf.

National Aeronautics and Space Administration. "The present and future consequences of global change." http://climate.nasa.gov/effects (accessed September 14, 2012).

Nguyen Van So. "The Potential of Local Tree Species to Accelerate Natural Forest Succession on Marginal Grasslands in Southern Vietnam." *Proceedings from the Forest Conservation for Wildlife Restoration Workshop, Forest Restoration Research Unit, Chiang Mai.* 2000.

Peters, Michael, et al., "Tropical Forage-based Systems to Mitigate Greenhouse Gas Emission." *Chapter 11, Eco-Efficiency: From Vision to Reality: Key Messages from a Publication Describing Advances and Options in Eco-Efficient Agriculture.* International Center for Tropical Agriculture, Cali, Colombia. 2010. http://ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/12/chapter_11_eco_efficiency.pdf.

Practical Action. "Floating Gardens." http://practicalaction.org/climatechange_floatinggardens (accessed September 13, 2012).

Pye-Smith, Charlie. *Farming's climate-smart future: Placing agriculture at the heart of climate-change policy*. The Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA) and The CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). 2011. http://ccafs.cgiar.org/sites/default/files/assets/docs/farmings_climate-smart_future.pdf.

Redfern, Suzanne K., et al., *Rice in Southeast Asia: Facing Risks and Vulnerabilities to Respond to Climate Change*. Food and Agriculture Organization (FAO). Rome. 2012. http://typo3.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/climate/Rice_Southeast_Asia.pdf.

Toensmeier, Eric. "Perennial Staple Crops." *The Overstory* #248. 2012. http://agroforestry.net/overstory/overstory248.html.

350 Science. http://www.350.org/en/node/26 (accessed September 14, 2012).

Uphoff, N. “Alternative Management Methods and Impacts with the System of Rice Intensification (SRI) in Responding to Climate Change Effects.” *Climate Change and Rice Agriculture, 3rd International Rice Congress*. Hanoi, November 8-12. 2010.

UNEP/GRID-Arendal. “Vital Climate Graphics.” http://www.grida.no/graphicslib/detail/global-atmospheric-concentration-of-co2_836d# (accessed September 13, 2012).

Wikipedia. “Desert Fruit.” http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Desert_fruit (accessed January 4, 2013).

World Vision. *Farmer Managed Natural Regeneration: An effective approach to restoring and improving agricultural, forested and pasture lands*. World Vision International. 2012. http://www.worldvision-institut.de/_downloads/allgemein/FMNR_PM.pdf?mysid=vnixxoja.