



### 泰国应用于公路水土保持及斜坡稳定的 可持续发展香根草系统

Surapol Sanguankaeo, Lalit Sawasdimongkol, Preecha Jirawanwasana

(泰国公路局, 泰国, 曼谷, Sriyuttaya 路, 泰国 10400)

**摘要** 泰国国王陛下倡导利用香根草之后, 从 1993 年起, 泰国每年都种植 4.5 百万株以上的香根草, 应用于公路水土保持以及新建和维护公路工程中的边坡稳定。将香根草技术应用于公路斜坡水土保持和稳定是一门专门技术, 而让香根草在公路斜坡上定植则有一定困难。因此, 应当认为这门技术有其特别方面, 应当不断加以改进和发展, 成为别开生面的知识认知。于是, 泰国公路局开发了可持续发展的香根草系统, 详尽的阐述了香根草植株的质量、种植程序、维护技术、费用单价、根据情况和侵蚀的严重程度决定的适宜栽植模式、与“平托”花生苗 (*Arachis* “Pinto”) (豆科) 进行间植, 从而增强系统的可持续性, 节省维护费用等等。这些技术的应用将有利于斜坡生物稳定工程。在裸露的斜坡应用香根草系统时, 香根草将成为先锋植物, 发挥水土保持的效能, 稳定公路边坡。此外, 若实行密植, 蒸发蒸腾明显加强, 有利于调节处于饱和状态的公路边坡的土壤湿度。这样, 公路边坡处于稳定状态, 不会发生泥土流。

**关键词** 侵蚀, 边坡稳定, “平托”花生, 生物工程, 浅座崩塌, 泥石流

#### 1 引言

泰国国王陛下 1993 年倡导利用香根草之后, 泰国首个应用香根草系统的项目, 就是泰国皇家公路促进局 (DOH) 在泰国北部地区将香根草应用来保持水土, 稳定公路边坡, 重点是水土保持。项目目标是降低对环境的影响, 不但使在建公路受益, 也让已有公路的维护工作的水土保持受益。泰国每年都种植 450 万株以上的香根草, 应用在山区公路水土保持以及公路新建和维护工程中的边坡稳定。在国王陛下建议下, 总结山区公路研究及应用香根草系统保护公路斜坡的经验, 并将香根草系统加以改进和发展, 使之发挥最大效益, 达到可持续发展。这样, 泰国公路局就开发了可持续发展的香根草系统。该可持续系统包含了最佳香根草种植与维护技术, 各项费用单价, 各种情况下的及不同侵蚀程度上的种植模式, 与平托花生 (*Arachis* “Pinto”, 豆科) 进行间植而节省维护费用从而增强系统的可持续性。

#### 2 香根草防治斜坡土壤侵蚀和稳定斜坡的机制

植被稳定斜坡的机制因子是根系的增强作用和植物的蒸发蒸腾作用。蒸发蒸腾作用可以降低土壤孔隙的压力, 增大土壤剪切力, 从而增强土壤的表现粘结和内摩擦力 (Hengchaovanich, 1998)。香根草可以减缓径流, 其蒸发蒸腾作用以及根系的增强作用, 都有助于防止水土流失, 稳定斜坡。Hengchaovanich et al. (1996) 曾经研究香根草根系的张力性质, 指出根系张力可以抵御浅层块体移动, 防止表面侵蚀。根据他们的研究, 香根草根系非常强壮。当根直径平均为 0.7-0.8mm 时, 其平均张力为约 75 MPa。很明显, 香根草在土壤剖面中下扎可以明显增大土壤的剪切力。香根草的根系很长 (2-3.5 m), 很壮, 成网状, 而且庞大。如果横坡成行栽植, 香根草就可以降低土壤侵蚀, 稳定斜坡。如果土壤养分好的话, 成行种植的香根草在雨季会长成绿篱。只要生长 4 个月, 绿篱就可以有效地发挥效果 (Sanguankaeo et al., 2006)。

香根草绿篱像一面有生命的墙, 可以阻挡径流, 使径流流速降低, 原来被侵蚀流失的泥沙就会在这面植物屏障后面沉积下来。研究发现香根草绿篱可以抵御流速为 0.028 m/s 的水流冲刷 (Huang et al., 2003)。与裸露土壤相比, 香根草可以将径流减少 20-73%, 将土壤侵蚀 (土壤流失) 降低 50-98% (Kon et al., 1991; Rodriguez, 1993)。在香根草绿篱底下, 香根草根系与其在其中延伸的土壤发生互动, 形成了包含根系在内, 具有很高张力和粘结度的新复合体, 并嵌入四周张力较小的基质之中。香根草根系将土壤基质剪切力传递给张力包裹体, 从而增强土壤的抗蚀力 (Hengchaovanich, 2006)。换句话说, 上层 (1-2 m) 土壤的剪切力被土壤根系增强, 并稳定下来。

香根草可以稳定斜坡, 不仅仅因为根系的增强作用, 也是因为香根草的蒸发蒸腾作用使土壤变干的缘故。香根草绿篱底下的高湿度区域, 被限制在深度小于 50cm 的地方 (Hengchaovanich, 1998; Babolola et al.,

2003, Singhatat, 1994)。在水分饱和的土壤或者潜水面高的斜坡上种上香根草的话, 香根草庞大而深扎的根系可以吸收水分, 水分也沿毛细管上升, 将土壤的水分去除, 使土壤孔隙水压降低 (Chomchalow, 2010; Hengchaovanich, 1998)。这种情况有利于斜坡的稳定。尤其是对深度为 1 - 2 m 的土壤更有意义。因为这些浅层土壤具有容易滑动 (浅层崩塌) 或流失的倾向。

### 3 将香根草系统应用于防治公路侵蚀, 稳定公路

香根草品质优良, 香根草绿篱可以减缓径流速度, 香根草根系可以将深达 3m 的土壤稳定下来。所以, 香根草是抵御土壤浅层崩塌, 达到水土保持和斜坡稳定目的的有效手段, 应用于防止公路侵蚀, 修复公路边坡最为适宜 (Sanguankaeo et al., 2000)。Sanguankaeo et al. (2003) 归纳说, 将香根草系统应用于公路工程, 可以在 6 个方面受益。

#### 3.1 利用香根草系统保护公路背坡

香根草栽植在斜坡面以及台阶坡面 (图 1)。由于土壤贫瘠, 土质坚硬, 有部分香根草长得不好。

#### 3.2 利用香根草系统保护公路边坡

将香根草栽植在公路边坡更为有效, 多数都能成功着生 (图 2)。所种的第一行应当比公路路肩低约 1 - 1.5m。这是为了使公路的视野良好, 在公路拐弯处尤应如此。如果路坡很高的话, 应当修建与香根草绿篱匹配的地表排水系统。

#### 3.3 利用香根草保护沿公路的溪流堤岸

此时, 香根草应栽植在堆石和石砌岸壁之上方 (图 3)。

#### 3.4 香根草系统应用于公路沟渠衬里

目的在于保持及固定沟底的土壤, 将泥沙拦截下来, 防治堵塞沟渠 (图 4)。

#### 3.5 香根草系统应用于路肩斜坡

在处于陡坡路段的公路, 将香根草分别栽植在公路路肩及路肩边坡的顶部。栽植时, 注意株距要合适, 顺坡及横坡布置 (图 5)。

#### 3.6 香根草系统应用于路坡保护工程

在公路受侵蚀地段, 或者在修路工程地方, 种植香根草可以保持水土, 稳定公路 (图 6)。香根草的种植可以与砌石墙、排水构造等相结合。香根草栽植在边坡砌石墙上方坡面上, 固定砌石墙上方的土体, 防止路坡和墙体崩塌。



图 1 种植香根草稳定公路背坡 (开挖坡)



图 2 种植香根草稳定公路边坡 (路基坡)



图 3 种植香根草稳定沿公路溪流的堤岸



图 4 种植香根草作为公路路边沟渠衬里



图5 在坡度较陡的公路路肩上种植香根草，减缓纵向的径流



图6 在修路工程中结合砌石墙布置香根草系统

#### 4 公路边坡水土保持及稳定应用的可持续发展香根草系统

泰国属于热带湿润气候，一年可以分为雨季和干季。五月至十月为雨季，其余为干季。该国的降雨量一般为 1,500 mm，温度在 18-40 °C 之间。在泰国北部，雨季为五月至十月。而在泰国东部沿海地区和安达曼沿海地区，雨季却分别由十月到四月以及由五月到十月。

在泰国北部、南部和东北部的山区公路，泰国公路局碰到了侵蚀和滑坡灾害问题。将香根草技术应用于公路边坡水土保持和稳定是专门技术，而让香根草在公路边坡上定植有一定困难。主要是因为相对于缓坡公路（极少超过 15%），山区公路有效地段坡度太陡（30°-60° 或者 60-180%），土壤太贫瘠。此外，有些地方的杂草生长过于旺盛，香根草种植 1-2 年后就可能被取而代之。这样，香根草系统的可持续发展就无从谈起。因此，应当认为这门技术有其特别方面，应当不断加以改进和发展，成为别开生面的知识认知。

泰国北碧府 Ban Rai - Ban I Thong 将香根草系统应用于公路的水土保持和稳定边坡的研究和实施都取得了经验和成果。在国王陛下建议下，人们肯定这些成果和经验，并使之实现成果效益的最大化与可持续发展 (Sanguankaeo et al., 2006)。

##### 4.1 最佳栽植技术

###### 4.1.1 合适的栽植材料

香根草 (*Vetiveria zizanioides*) 通常应用于道路施工。此前，应当在苗圃用塑料营养袋 (2x6 in.) 育苗，时间为 45 - 60 天，培育出“有活力的蘖苗”。这些苗龄 45 - 60 天的塑料营养袋培育的有活力的蘖苗是适用的香根草蘖苗，应当选用。这样的蘖苗相对于分株裸种苗来说，生长明显好得多。

###### 4.1.2 提高土壤肥力

在公路实施生物工程来稳定边坡时，香根草栽植部位一般在土壤剖面下部，可见非常贫瘠。提高香根草栽植坑底部的土壤肥力可以大大影响香根草植株生长，减少死株数量。所以，必须在栽植坑底部施用基肥。施用量为栽植行每米（12 株种苗）用混入 45-60g 化学肥料（15-15-15）的 600g 鸡粪肥或 2000g 堆肥。

###### 4.1.3 适时栽种

应用香根草来保护公路边坡成功与否，很大程度上与香根草的栽植时机有关。雨季开始时，香根草就应当栽植。这是最合适的时机。再不然，香根草也得在雨季结束前两个月栽植完毕。

###### 4.1.4 香根草在公路边坡上的种植类型

根据侵蚀的严重程度和侵蚀趋势，公路斜坡上香根草栽植时可按两种模式布置：

###### 4.1.4.1 侵蚀并不严重的斜坡上

在一般的公路维护或建设工程中，出于一般的侵蚀预防目的，应当大规模在坡面上栽植香根草。此时，行距为 1m，丛间距为 10cm。

###### 4.1.4.2 侵蚀严重的斜坡上

在侵蚀强烈的公路水土保持或稳定工程，或崩塌修补工地中，出于一般的侵蚀预防目的，此时栽植香根草的行距为 0.5m，丛间距为 5 - 10cm。此外，在栽植的一行行香根草后面，应当设置秸秆把，以便为香根草提供暂时的支撑，减缓径流的冲刷。

###### 4.1.5 栽植后的维护

栽植后的维护对香根草的长势影响甚大，长远说也影响香根草的成活。香根草栽植后 1-2 年，应当对香根草进行修剪、除草和施肥 (Sanguankaeo et al., 2006)。



图7 在公路建设工程中，香根草作为先锋植物种植在裸土上

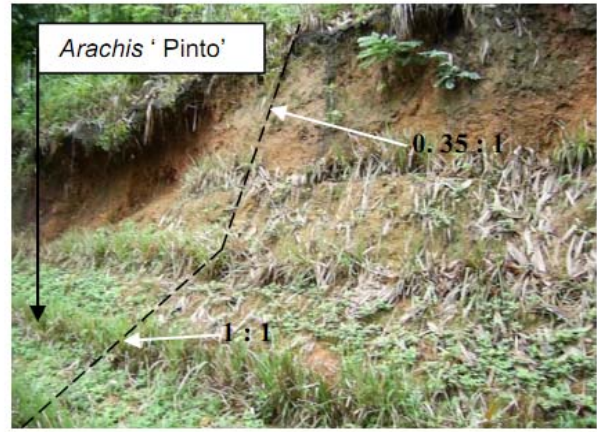


图8 香根草在陡坡(>70度, 0.35:1)和缓坡(<45度, 1:1)上长势不同 (图中箭头为“平托”花生)

## 4.2 栽植场地对香根草生长的影响

### 4.2.1 地面条件的影响

在山区公路维护或建设工程中，无论在背坡（开挖坡）或边坡（填土坡或公路路基坡），香根草都是作为先锋植物栽植在裸土地上（图7）。在栽植现场，如果香根草的栽植技术好，则香根草就会成活，生长良好，香根草栽后被旺盛的当地杂草取代的现象也会消除。这样形成的香根草草地可以持续发展。正如国王陛下建议所说的一样，应用成果表明“对大型建设工程，特别是在山区的大型工程而言，由于其影响大片地区，应当应用香根草作为先锋植物，有效地修复受影响地区，恢复其土地的肥力”（Chomchalow, 2010）。

### 4.2.2 坡度的影响

Sanguankaeo et al. (2006)对香根草在各种坡度条件下的生长情况及成活率做过研究。研究表明，香根草在坡度小于 0.5:1(水平:垂直)的坡面上生长良好，但在坡度大于 0.35:1(水平:垂直)的坡面上就不能成活（图8）。

### 4.2.3 遮荫条件的影响

遮荫对香根草生长有负面影响。在遮荫条件下，香根草的株高、分蘖和总生物质量都明显不好(Xu, 2000)。

## 4.3 与适合的植物混种

在香根草行间，可以种植“平托”花生(豆科：蔓生青饲料花生)。落花生可将行间地面覆盖，既可防治杂草蔓延，又可以为香根草提供氮肥促进香根草系统的可持续发展。“平托”花生是紧贴地面生长的蔓生青饲料，在地面形成致密的地面草垫，将地面覆盖。花生种植5、7和8个月后，其覆盖率分别可达 40-60%、60-80%和80-90%(图9-10)。如果“平托”花生与香根草同步混合种植，即在雨季开始时下种，则香根草的施肥、除草等维护工作都无须进行，或者仅进行一次即可(Sanguankaeo et al., 2006)。

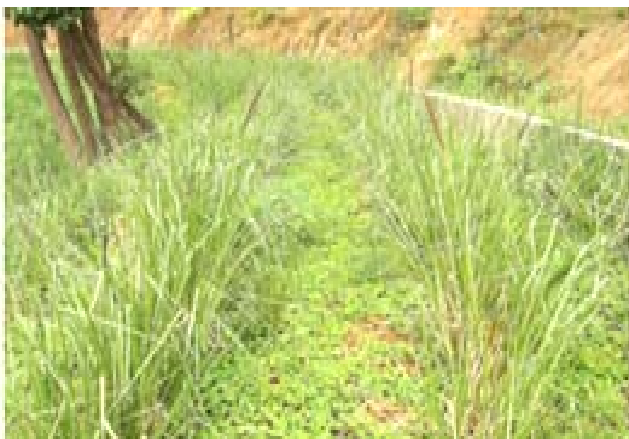


图9 生长7个月的平托花生，地面覆盖率 60-80%



图10 平托花生的杂草防治效果(花生生长8-12个月, 覆盖率80-90%)

## 5 利用香根草稳定潜水位高的斜坡

自从香根草系统被应用于水土保持和斜坡稳定以来，这一技术被证实是一种用来防治公路斜坡侵蚀，防止浅座崩塌的成本低廉、行之有效的手段。如果公路斜坡地下水位高，土壤处于饱和状态，土体就会向坡下泻动。在此情况下，种植香根草效果就很好。在这种斜坡种植香根草两年之后，蒸发蒸腾速率大大提高。原来水分饱和的土壤水分状况变好。公路斜坡也就没有发生土体滑动或者泥石流现象(图11-12)。



图 11 107 号公路的开挖斜坡被香根草稳定下来，阻止了泥土流的发生（2007 年）



图 12 1240 号公路，应用香根草系统稳定山坡，防止土壤滑动.



图 13 107 号公路，公路开挖斜坡地下水位高，有渗流，引发滑坡/泥土流（2005 年）



图 14 应用香根草系统将土壤水饱和的公路斜坡稳定，防止泥土流流动

泥土流是缓慢往下流动的水饱和的相对较大的泥土团，这些泥土团的特点是半粘性，高度可塑。许多泥土流发生在缓坡或坡度中等的坡上 (Varnes, 1996; DMG, 1997)。这些水饱和的带粘性泥土流是公路维护中碰到的现实问题。

泰国 107 号公路修建于 2004 年，其 Chiang Dao - Fang 段 ( Km. 78+400 to Km. 78+600) 有一处开挖路坡，2005 年的雨季曾发生滑坡和泥土流。薄薄一层水饱和土体向下流动，成为泥土流。土壤水饱和似乎是形成崩塌的主因。泥土流 100m 宽 (Km. 78+500 至 Km. 78+600)，35 m 长。土体高度湿软，在其上行走非常困难，甚至不可能。地下水位高，水外渗，地面湿滑，交通被泥石流阻断 (图 11 和 13)。

2006 年 7 至 8 月，120,000 株香根草栽植在出事地点。这些香根草是按侵蚀严重模式 (行距 50cm，株距 5 - 10cm) 栽植的。栽种当时，泥土流依然在蠕动。

经土壤调查，表明该土壤为 CL (粉沙粘土) 和 CH (无机粘土)，土壤塑性指数由低至高 (USCS, 2003)。在香根草栽植地，即泥土流土体内，发生了地下水位下降的现象。由于香根草的蒸发蒸腾作用，土体正在变干。种植香根草区域的土壤含水量与未种植香根草区域土壤含水量不同。种植香根草区域的土壤含水量为 11%，而未种植香根草区域土壤含水量则为 15%。结果，公路斜坡被香根草稳定下来，土体流动现象也停止了 (图 14)。

实行香根草的合适密植，可以调节土壤水分饱和和斜坡的水分状况，从而使斜坡稳定，不会发生泥土流。Thammathworn et al. (2011) 报导说，香根草维管束周围发现克兰茨结构，其光合作用的效率很高。就是说，其蒸发蒸腾速率也会走高。结果，香根草能够降低大气中的 CO<sub>2</sub> 含量。

## 6 种植香根草保护公路斜坡的费用单价

种植香根草保护公路斜坡的费用见表 1 (第 6 页)。本文所指费用单价以泰铢表示。本节内容参照 Sanguankaeo et al., 2006。

## 7 工程实施要点

1. 栽植材料: 香根草 (*Vetiveria Zizanioides* NASH)。应当采用当地的香根草品种，或者由公路局工程项目负责人认可的其它香根草品种。采用的种苗应是在苗圃中由塑料营养袋 (直径 2 英寸，长度 5-6 英寸，内置土壤和肥料，每袋容 1-2 株香根草苗) 培育，培育期 45-60 天。之后可以移植到整地妥当的施工现场。

2. 挖穴与整地: 在公路背坡、边坡工程完工之后，按工程的预定计划开始整地，开挖宽 15cm 深 15 - 20cm 的 U-形土沟，以便栽植香根草。

表 1 香根草应用于公路水土保持和边坡固定的费用

序号	项目明细	价格
A	整地	
	清理场地与筑垄（小垄）	0.18 泰铢/株
B	材料费用	
	1. 在 2x6 英寸塑料营养袋中培育香根草种苗	
	1.1 香根草种苗（如用香根草裸苗分株）	0.25 泰铢/株
	1.2 土壤与栽植材料	0.23 泰铢/株
	1.3 激素促生	0.15 泰铢/株
	1.4 2x6 英寸塑料袋	0.10 泰铢/株
	2. 香根草种苗费用（塑料营养袋培育）	1.50 泰铢/株
	3. 栽植坑基肥材料	
	3.1 鸡粪肥（0.6 Kg/1 延长米），或者 堆肥（2.0 Kg/1 延长米）	0.20 泰铢/株 0.05 泰铢/株
	3.2 化肥（15-15-15）（60 g/ 1 延长米）	0.12 泰铢/株
	4 植后 30-40 天维护材料	
	4.1 尿素肥料（30 g/ 1 延长米）	0.18 泰铢/株
C	劳力费用	
	1. 60 天苗圃育苗费用	
	1.1 植入塑料营养袋（325 袋/工人/天）	0.65 泰铢/株
	1.2 浇水（50000 株/工人/天）	0.25 泰铢/株
	2. 在种植现场的劳力费用	
	2.1 挖坑、施基肥（350 株/工人/天）	0.60 泰铢/株
D	山区运输费	
	1. 裸苗分株种苗	
	1.1 轻型货车或便车 250-300 km(20,000 株/趟)	0.30 泰铢/株
	1.2 中型货车 250-300 km(400,000 株/趟)	0.025 泰铢/株
	2. 2x6 英寸塑料营养袋中培育的种苗	
	2.1 中型货车 250-300 km(25,000 株/趟)	0.40 泰铢/株
	3. 从苗圃到种植现场的种苗（塑料营养袋培育）运输费用	
	3.1 轻型货车（4,000 株/趟）	
	-距离 30 km	0.125 泰铢/株
	-距离 60 km	0.25 泰铢/株
	3.2 中型货车（25,000 株/趟）	
	-距离 30 km	0.025 泰铢/株
	-距离 60 km	0.05 泰铢/株
E	植后一年维护费用	
	1. 除草（2 次）	0.10 泰铢/株
	2. 修剪叶子（2 次）	0.20 泰铢/株
	3. 施肥（2 次）	0.20 泰铢/株
F	杂项	
	1. 燃料（指 < 100,000 株）	0.10 泰铢/株
	2. 其它费用（指 < 100,000 株）	0.15 泰铢/株
G	与平托花生间种时的费用	
	1. 花生种苗（2x6 英寸塑料营养袋）	0.75-1.00 泰铢/芽苗
	2. 栽植费用（650 芽苗/工人/天）	0.35 泰铢/芽苗

注：1) 劳力费用：212.0 泰铢/天  
 2) 柴油 26.0 泰铢/升  
 3) 所有费用均以 12 株香根草/m<sup>2</sup>推算  
 4) 汇率：1 美元=30 泰铢

3. 提高土壤肥力：在栽植穴底部施用基肥。每一栽植延长米施肥量为混入 60g 化肥（15-15-15）的鸡粪肥 600g 或者堆肥 2 kg。

4. 栽植：香根草栽植的行距见平面图（译文略）。株距为 10 cm。栽植时，先将香根草种苗的叶子进行修剪，剪至苗株高为 20 cm。栽植前，现将种苗塑料营养袋的底部切掉，使种苗根部外露。之后，将塑料营养袋扯开丢弃，将种苗植在上述第 3 项所指的施肥土壤上面。向栽植穴里填培土壤（如图 18.3 所示，翻文略），将填埋的土壤压实，使之与斜坡趋同。

5. 栽植时机：合适的时机为 4 月中旬至 7 月。但东海岸地区应为 10 月至 2 月。

6. 维护：栽植 2 个月后，香根草的成活率应不低于 95%。如果成活率低于 95%，则栽植承包人就得在 15 天内返工重栽。重栽后 2 个月再检查是否合格过关。

7. 种苗：栽植承包人可以选用当地香根草种苗，也可以选用由各种方法（如组织培养）繁育的种苗。不过，选用的种苗应得到泰国公路局建筑工程项目主管部门的首肯。

8. 叶子修剪、杂草清除及施用肥料：香根草栽植 30 天后，应向每一穴香根草，及两穴之间施用半茶匙的硝酸铵(21:0:0) 肥料或者四分之一茶匙尿素肥料(40:0:0)。每年 5 月和 9 月（东海岸地区为 11 月和 3 月）分别对香根草进行修剪、除杂草和施肥一次。要求修剪后株高为 20 - 30cm。将 NPK(15-15-15) 肥料施用在香根草栽植地面上，施用量为每一香根草行延长米 20g。

9. 香根草与平托花生间种，可以减轻维护工作。平托花生的栽植时间与第 5 项所指的栽植时间相同。间种后，第 8 项所指的香根草除草和施肥均可省略，只有修剪仍需照做。

10. 在深开挖和高填土的斜坡上的香根草栽植布置。在深开挖和高填土的公路斜坡上栽植香根草时，维护工作要加紧，行距株距要加密，与地面排水系统（例如截流沟、排水斜槽）的建设必须更紧密结合。这些工作应在工程师指导下进行，或者根据具体施工地的条件进行特殊设计。

11. 此处所用的长度单位为厘米（有特别指明者除外）。

以上由泰国公路局 Surapol Sanguankaeo, Ekawit Veerapunth, Lalit Sawasdimongkol 设计。

## 8 结论

### 8.1 最佳种植技术

- 应当使用塑料营养袋培育、苗龄为 45-60 天的有活力的香根草种苗。
- 必须施基肥。在栽植穴底部施用基肥。每一栽植延长米施肥量为混入 60g. 15-15-15 化肥的 600g. 鸡粪肥或者 2000g 堆肥。
- 栽植香根草的合适时机为雨季开始时，即 4 月中旬至 7 月，或者在雨季结束前两个月。
- 根据侵蚀的严重程度和侵蚀趋势，公路边坡上香根草栽植时可按两种模式布置。
- 最少在栽植后一年之内，必须对香根草进行除草和施肥等维护。
- 若香根草与平托花生在 4 月至 7 月期间间种，可以减轻维护工作。香根草除草和施肥等维护工作已无必要，或者减少到一年除草一次即可。
- 栽植的香根草苗在 3-4 个月内，就能长成非常致密的绿篱。
- 在倾斜度小于 0.5 : 1(水平:垂直)的斜坡上，香根草生长良好，但在倾斜度陡于 0.5 : 1(水平:垂直)的斜坡上，香根草则不能定植成活。
- 遮荫对香根草的生长有负面影响。

### 8.2 其他主要结论

-将香根草当作先锋植物栽植在不毛之地上，香根草可以生长良好，栽后成活，并在栽植地上形成可持续发展的香根草系统。

-“平托”花生苗可以发挥治理杂草的效能，栽后 5 个月、7 个月和 8-12 个月，花生苗的地面覆盖度可分别达到 40-60%、60-80% 以及 80-90%。如果“平托”花生与香根草间种，可以明显降低除草的费用，还可以提高土壤肥力。这样的种植技术可以导致香根草系统的可持续发展。

-香根草系统是一门复合技术。从长远着想，应当研究香根草与其它适合植物混栽的技术，并加以应用。这是提高香根草效能的途径。

-香根草的蒸发蒸腾效率很高，可以将其应用于调节水饱和斜坡的土壤水分状况。这一效能将有利于斜坡的稳定。此外，这一效能还可以降低大气的二氧化碳浓度。

-香根草之所以能固定土质斜坡，不但是因为其根系在加固土壤，而且还因为它的蒸发蒸腾作用可以让土壤变干燥。如果香根草能适度密植，其根系可以通过毛细管使土壤水分上升，减少土壤中的水分，减低土壤孔隙的水分压力，并降低斜坡的地下水位。

-已经证实，香根草系统是水土保持的有效手段，可以使水饱和土质斜坡稳定下来，不至于发生浅座崩塌和泥土流。（参考文献略）



## 国际香根草网络的遗产：创始人们的贡献

Dale Rachmeler

（国际香根草网络理事，前任主席）

贡献应当归功于香根草网络的创始人，他们英明的预见到一项简单的、持续、便宜的技术，可以推荐给世界上最贫困的人群，香根草系统起源于好多世纪前的印度，在上世纪 60 年代，通过现代农学家，农业研究者、林业工作者、推广人员、发展人员及商人的努力得到转化。一些人功劳卓著，作为一名前任国际香根草网络主任，我要向他们致敬，以全体国际香根草网络成员的名誉说一声“谢谢你们”。

国际香根草网络的核心人物是 John Greenfield 和格雷肖姆,前者是新西兰农学家,后者是英国农业专家,也是世界银行行政官员。他主张“当一个人把自己的农场交给他的儿子时,该农场的状况至少应比他亲自从父亲手里接收农场时好些”。

他们俩人一起将一个把香根草用于斐济甘蔗地的水土保持和梯田形成的多方位技术,扩展成多地区的主流发展活动,包括东南亚、拉美、南美、次撒哈拉沙漠、印尼、菲律宾、中国、南欧国家及北美等世界上热带和亚热带地区。他们并不孤立,他们劝说系统的建工者们(共同努力),使得事业得以诞生和滋润。美国科学院 Mark Dafform 和 Noel Vietmyer 率先编印了第一部广泛流传的著作,即大家所共知的“绿皮书”——香根草:防治侵蚀的绿篱。

在二十世纪九十年代, P. K. YOON 在马来西亚研究了草篱的繁殖与培育。人们经常会问,既然香根草如此之好,为什么以前未能发现? 他的回答总是我们看到了,但未能看出来。他的经典回答是:要看,看进去。

作为一名全力支持者,泰国国王陛下接受了香根草技术,投入了可观的资源和才干,并通过皇家项目发展办公室给予持续支持,直至今日。

Jim Smyle 和他的夫人将香根草系统引入拉美,尤其是哥斯达黎加,在 1998 年的飓风后(降雨量达 190mm),香根草保护了道路并能成活下来。

说到香根草不能不提到 Paul Truong. 他是一名孜孜不倦的土壤学家和自然资源公共管理者和多产的科研人员。他利用他的杰出才干鼓励青年工作者展开大量的研究工作,他在越南的工作是他先见和作为的佐证,直至目前仍在进行。

在徐礼煜教授的指导下,中国香根草网路展示了如何将研究与私营企业结合起来,他们的参与加速了技术传播,鼓励人们进行以前不可能实施的工作。另外几人也进入我心里,即南非的 Duncan Hay 和 Roley Noffke,以及在马达加斯加开展工作的 Griss Juliard, 并又深入到塞内加尔、马里和摩洛哥。泰国的 Diti, Hengchaovanich, 他在许多国家开创了用香根草保护公路的先河。我们对他非常感激,他的同胞 Narong Chonchaiow 与他一起建立了亚太香根草网络并延续至今,在世界上产生巨大影响。我们也不能忘记 Monty Yudelman 和 Paul Zuckerman,他们积极配合 Dick 和 John,与国际香根草网络的其他理事们一起,使得我们的网络得以形成并开花结果。

现在我们来说 John Greefield 和格雷肖姆两人,我们应向他们表达敬意。他们的光辉一直照耀着我,还将继续好多年。他们深深的改变了我的生活,我要感谢他们。

一份有创造力的文件是 John 写的“香根草:保护全球土壤的必不可少的草本”。也许他所引用的 Ralph Waldo Emerson 的话有必要在此重复一下“社会总是对普通事件的新的示范感到惊讶”。我精心阅读这本书许多次,在“蓝皮书”以后出现了第二本称为“绿皮书”。这是一本手册,当我在野外工作时带在身边。在大书中的照片变成了钢笔画,更显简单,并替代了许多文字说明。小绿皮书分发给世界上成千上万的人,乃是我们推广工作的重要组成部分。在泰国皇家项目办的大力支持下,格雷肖姆将他送给我们大家。我们不能忘记亚太香根草网络所印制的系列丛书,对我的影响也很大。

现在再来说说自己,现已 80 多岁的 John 的经历和他在斐济的经验一直影响我,他发现了香根草对水土保持和水(向地下)渗透的影响,但当他在联合国农粮组织以及所委派的许多国家中从事农业项目时并未采用。他在非洲工作了 12 年,这些解决方案未能被采纳和应用。当格雷肖姆和 John 结合到一起后,我们的工作就迈开了一大步。在世界银行,格雷肖姆掌管地处新德里的印度农业处。因为印度是香根草的“老家”,John 感到,如果他能与身在印度的格雷肖姆结合起来就能把香根草应用于水土保持的工作掀动起来。1985 年,他参与了格雷肖姆在印度的工作,并成就了历史。像其他人一样,格雷肖姆一开始也怀疑香根草的作用,但一旦当他们在项目区种上香根草很成功时,格雷肖姆变成了一位坚定的支持者。

然而今天,我想对把我们大家都聚集在一起的人要说几句。格雷肖姆不仅是国际香根草网络的缔造者,由于他百折不挠,富有感染力,勤奋,有可靠的记忆力,一直鼓舞着我们。他送给我们数不清的照片和故事以及大家的联系方式,一旦需要就能联系上。现在他又是博客管理员,把我们都联系在一起,使我们更加强大。

我是于 1996 年在马达加斯加遇见格雷肖姆的。我和 Griss Juliard 一起邀请他去介绍香根草技术的应用,把该技术用于我们两人工作项目区的乡村公路。现在我们看到了这决定命运的一天所起的作用。另一件事是应用香根草的马达加斯加的 Yoann Coppin。那时我无法想象什么可能改变我(的一生)并令我走上从未知道的道路。在马达加斯加北方的一个旅馆里,他把有关香根草的所有电子书库材料都拷给我。他的慷慨令人敬佩,在 25 年前他与我们共同度过的时光永远不会忘记。

我们大家都有一个为格雷肖姆和 John 所感动的故事,但愿他们能亲历此会场。我在开幕式上的发言即将结束,我期望在今后三天能带给我们洞察力,使我们更加紧密的联系起来。

(本文是作者在第 5 届国际香根草大会上的发言)