



广西项目区果树香根草长势良好 准备迎接 EED 项目验收

由德国 EED 资助的《香根草与复合农林业技术项目》实施已近两年，将于 2008 年底结束。为了迎接德国官员于 10-11 月对项目结束前的实地验收，项目主持与参与单位于 9 月 18-20 日组织人员对龙胜泗水乡项目实施区进行了预查。现状表明：战胜年初低温冰冻后，果树、香根草长势良好；水窖正在完善配套设施、努力发挥最大作用；香根草编织正在调整结构、体制，开拓产品与市场。当今，参与该项目的单位与人员又在认真做好验收前的各项准备工作，尤其是项目实施区的有关领导、技术人员与村民，都分工明确、积极筹备，决心向资助该项目的德国 EED 交出一份令人满意的答卷。

1. 枇杷、南丰密桔等普遍长势良好

去年 3 月按计划栽种的第一批 440 多亩枇杷、杨梅、桃、李等果树普遍长势喜人。枇杷株高近 2 米，已开花显蕾（照片 1）。杨梅茁壮成长（照片 2），李花春季盛开（照片 3），充分证明这里的山区气候非常适宜这些亚热带果树的生长。今年新栽果苗虽因雨雪凝冻灾害推迟了一个多月（照片 4、5），但种前大部施足牛粪厩肥加强管理。在第二季度肥料、农药资金尚未到位的情况下，先垫出资金抓紧追肥打药。南丰密桔、杨梅等成活率均在 90% 以上，长势良好（照片 6）。只是由于种苗、管理水平和土壤肥力的差异，尚有少数果树长势稍差。准备给部分果树每株补贴复合肥半斤；举办一期冬前管理培训，集中或者分散给果树种植农户进行一次冬季果树管理现场培训，促进果树稳健生长。

2. 强化香根草管理抓紧工艺品编织

种植香根草是本项目实施的前提。去年种植的大部份香根草，因在其 10 月下旬开始编织培训以前，村民看不到直接经济效益，疏于施肥、除草，未按时刈割，从而导致香根草长势普遍较弱。随着“国际香根草编织培训班”成功举办，村民种草愿望大为增强。新组建的“里排香根草编织合作社”专门种植了 2 亩香根草（照片 7），作为其编织草料基地。但又因合作社体制不够健全，刈割、施肥等管理不及时，准备的编织草料不足，难以适应产品规

模化供应的需求。目前，已将今年第一次刈茬的香根草进行了选草、精选原料、晒干等预处理，抓紧编织。并在冬前将所有香根草割茬、追肥，以利翌年香根草分蘖和生长。

为了香根草编织加工的持续发展，以妇女为主组成的香根草合作社经过结构调整与体制创新后，提高了成员独立编织的主动性和集体操作的积极性。同时，设法加强与周边地区有草编的加工厂联系，开发销售市场与新工艺、新产品；提高编织技术、产品等级及其草料利用率等。

3. 尽力完善水窖及其配套设施建设

在这次实地预查中发现，去年第一期建成的水窖尚未充分发挥作用。至今还有几个水窖没有完成配套的引出水管埋设。有的虽然铺了引水管，但没有埋地或往水窖里储水；有的水窖即使储了水，也没有往果园施肥、打农药、灌溉用的储水桶铺设引水塑料管（照片 8），应尽快组织专门力量加以突击扫尾。此外，今年安排的第二期水窖建设，在建材大幅上涨的形势下，结合果树种植规划，适当减少大水窖建设，增加 0.3m³ 大塑料桶和输水塑料管，以增加有效灌溉面积与确保计划水窖容量，力争做到收支平衡；并要求尽快组织人员于 10 月施工，尽量在德国 EED 项目官员来龙胜项目实施区验收前基本建成。

4. 参与各方积极做好项目验收准备

该项目即将结束，面临德国 EED 验收，参与各方认真讨论了诸多验收准备工作。中国香根草网络专门下发了“关于迎接项目验收的意见”，明确分工、各负其责。首先筹备好各类果树、香根草、水窖的验收现场；拟定参观、访问路线；做好项目资料的收集、整理与陈列（包括培训、管理、宣传和阶段总结、ppt 汇报等资料、档案和有关图片、项目实施分布图）以及财务各类收支明细与审计。

本项目凝聚了中德两国人民的友谊，所有项目参与方都尽责尽力，善始善终。恳切期望通过项目实施，既为当地少数民族带来实实在在的经济效益，又能改善区域的生态环境，做到经济发展与生态环境和谐共赢。



照片 1 2007 年栽植近 2 年的枇杷



照片 2 2007 年栽植近 2 年的杨梅



照片 3 2007 年栽植近 2 年盛开的李花



照片 4 发放南丰密桔果苗(2008 年 3 月底)



照片 5 年初低温霜冻后等高栽的南丰密桔与香根草苗



照片 6 今年 4 月栽种长了半年的果树和香根草篱



照片 7 香根草妇女合作社开展香根草种植日活动



照片 8、村民正在埋设水窖的塑料引水管

谈谈香根草技术在汶川地震灾后重建与农业恢复上的应用

5.12 汶川大地震导致滑坡、崩塌、泥石流等次生灾害频发,基础设施损毁严重。四川乡村公路和农田设施几乎全部受损,6.7-10 万公顷水田将被迫改种旱作、变成旱坡地,急待修复和防护。在这种情况下,灾后重建时因地制宜采用有效和廉价的香根草生物工程技术,对稳定基础设施、控制水土流失、恢复损毁的农田及绿化、治污等生态功能有重大现实意义。

1. 香根草生物工程技术的优点

香根草 (*Chrysopogon zizanioides*) 属禾本科多年生草本植物。香根草生物工程技术系指价格低廉、维护简单的水土保持、土地稳固和修复的技术。自二十世纪八十年代以来,由于其具有价格低廉、应用方便的特点,受到世界各国的青睐,并迅速在全球热带和亚热带推广开来。它的主要功能是将活体香根草应用于农业和非农业保护,而将其修剪物或干植株作为副产品应用于工艺品编织、食用菌培养、房顶覆盖、动物饲养和草药等等。

香根草技术之所以有如此巨大的固坡作用是因为它具有以下诸多优点:

1.1 香根草是丛生植物,具有坚挺而直立的茎,高达2米,能形成致密而贴近地表的永久性绿篱,抵御洪水冲击,有效过滤泥沙。

1.2 根系纵深和稠密,深达3~5米,平均抗张强度相当于软钢的1/6,可提高土壤抗剪切强度30%之多。

1.3 靠分蘖繁殖,种子不育,无侵略性的匍匐茎或根,不会成为农田杂草,影响其他作物生长。

1.4 其根颈长于地面之下,能抗御野火、践踏及过度牧食。

1.5 具备在压条后从节处长出新根的能力,从而能在被泥沙掩埋的情况下继续生长,最终形成天然梯地。

1.6 抗逆性强,可在极端的自然环境下成活。抗旱、耐渍、耐瘠、耐酸碱和有毒土壤,甚至在沙子和岩石上成活。气温从-15°C到高于55°C的环境中都能生长。

1.7 其定植时,成本低廉,操作简易。定植后,容易维护,且成本极低。

1.8 若不再为人们需要时,易于铲除或移走。

2. 香根草技术在地震灾区的应用

香根草技术于1988年首先通过世界银行中国红壤开发项目引入,应用于南方各省的水土保持。1999年又通过在南昌召开的《国际香根草生物工程技术保持水土与工程保护讲习研讨会》,拓展至公路、铁路边坡固定,水库、矿山、污水处理等项目。现已在闽、浙、赣、粤、苏、皖等省公路边坡固定上广泛应用,单江西省面积就达180

余万 m^2 。为了进一步推广香根草技术,使农民在利用香根草时得到更直接的经济效益,2007年在广西龙胜又举办了《国际香根草编织培训班》。用其茎叶编织帽、篮、包、框等投放市场,为其增收,尤其是山区开发开辟了新的途径。

鉴于地震灾区很多基础设施遭受破坏,而且面积大范围广,香根草生物工程技术对其有很大的应用潜力。该技术在地震灾区的应用大致可包括以下三个方面:

2.1 在农业上的应用

在研讨香根草生物、生态学特性、草篱栽培管理及其对土壤侵蚀、作物产量的影响中发现,香根草篱对保护农田土壤肥土和稳固坡耕地,有效地减少地表径流和土壤侵蚀有着积极的作用。在灾区,大面积改种旱作、果、茶的旱坡地边,可等高条带状栽种香根草加以防护。其修剪物用于覆盖地表、喂养家畜和鱼类,培育菌菇、制作手工艺品加以循环利用、深加工增效。

2.2 在基础设施防护上的应用

由于香根草发达的根系能大大提高土壤的抗剪切强度,较好的稳定各种边坡,所以自1997年以来,将香根草技术应用于工程保护在中国得到快速发展。尤其是南方高速公路、乡村公路应用香根草稳定边坡越来越广泛。并扩展到了水库、矿山、河流堤岸、建筑物周边等基础设施的防护。据核算,香根草技术所需费用仅相当于“硬措施”(片石或混凝土)的1/10到1/5,且在种植后100天内即可起作用。为此从1999年起,闽、赣、浙等省的公路交通部门先后发出公文,要求所属市、县予以推广。2001年,香根草技术又成功应用于江苏新长铁路边坡防护,得到了铁路部门专家的肯定,并将香根草及其在铁路边坡上的应用列入于2002年1月22日分布的《铁路边坡绿色防护技术暂行规定》中。

据了解,在这次地震灾害中,四川农村居民住房倒塌和严重破坏的面积高达3.3亿平方米,涉及到347万多农户。与此同时,包括近5000公里国道、3万公里农村道路、1万多个卫生服务机构、9500多个公共文化机构在内的基础设施部分瘫痪或严重损毁。在许多道路、堤岸、水利设施、和房舍修复或重建的过程中,大都存在着边坡加固的问题,而香根草技术则是理想的生物工程措施,既能廉价有效护堤护路,又可快速恢复周边地区的生态环境。

2.3 香根草技术在环境保护上的应用

香根草可在各种恶劣的环境中生长,所以近年来,该项技术又被广泛应用在环境保护上。主要包括矿山废弃地和采石场的植被恢复,垃圾场、动物饲养场等富营养废水

境的后果。最后，所采用的技术应当能被社会和社区成员接受，这样才能成功地成为长期应用的安全供水技术。

采用栽植植物而构建的地面滤水系统能够符合上述全部条件。植物的吸附能力强，可以从基质上吸附砷，其根系更能活跃地吸收砷。这种水净化过程是十分有效的，成本很低，而且不必使用化学材料。我们使用的植物品种都是泰国本土生长的，不会引起任何生物多样性问题。此外，我们就地取材，使用的土壤和其它基质都取于当地。

有些植物种适用于净化砷污染土壤或水体。泰国拥有的这类植物种相当丰富，而且发现此类植物的潜力巨大。香根草能够耐受含砷量很高的土壤和水体。Srisatit *et al.* (2003)报导说，香根草 *V. zizanioides* Nash (Surat Thani 生态型) 以及 *V. nemoralis* A. Camus (Prachuap Khiri Khan 生态型)根中的砷累积量最高分别高达 9.795 和 11.775 mg As/kg (草根干物质)。作者断言，香根草可以用来修复受砷污染的土壤。

Truong (私人通信)发现，水培试验中的香根草耐受的砷浓度非常高。不过，大部分(90-95%)被吸收的砷都保持在其根部。Chomchalow (2003)全面地评述过香根草在控制水量和处理水质方面的作用。泰国的生物多样性十分丰富，因此发现能够从砷污染水体中去除砷毒的植物种的潜力非常巨大。通过水培试验，一些植物已经崭露头角。这些植物种都具备如下特性：(i) 适应当地气候条件，(ii) 对水中的砷毒具有耐受性，(iii) 生物质产量高，(iv) 多年生，(v) 生长迅速，(vi) 不会成为杂草，而且生境优美 (Aksorn 与 Visootthiseth, 2004; 亦参见 Visootthiseth, 2002)。

本研究中所研究的砷的化学形态为砷酸盐(As V)，因为在氧化条件下，砷酸盐是砷在水相中存在的最主要的形态

在所有供试的植物种中，芋 (*Colocasia esculenta*) 的绿色物质产量最高，而且在 1 mg l⁻¹ 砷酸盐溶液中，其去除砷毒的能力也最强。在 Ron Phibun 区地表水里，砷的总浓度也就是 1 mg l⁻¹ 砷酸盐(Williams *et al.* 1996; 以及 Bunnag 2000)。我们在泰国和德国分别开展试验，试验在几乎相似的条件分别进行，所得的结果也相似。

为了探索适用的基质，我们对多种不同物质材料进行了研究。例如，我们试验的材料包括沙、从 Ron Phibun 试验点采集的正常土壤，还扩展到板岩块和其它材料。这些材料既有单独供试，也有按不同比例混合供试的情况，并采用土柱试验法进行试验。既然去除砷毒最为常用的方法是首先利用三价铁盐混凝作用，然后加以过滤，所以我们在对各种基质(例如沙、细砾、粘土)进行试验时，采取就地制备氢氧化铁的方法(例如，利用 3 价铁盐和 NaHCO₃ 制备)。为了研究某些重要因子(3 价砷和 5 价砷去除性能选择性比较，水 pH 值，浓度，以及竞争性阴阳离子)的影响，我们在渗漏测定计中进行了吸附作用测试。

我们采用这些程序的目的是探讨在标准化条件下砷毒去除过程的垂直分带现象，确定植物性地下滤带水力学和

物质载荷限额，从而有利于实际应用。我们倾向于采用垂直滤器，这样就可以研究垂直滤器对砷酸盐的吸附能力。

开始时，我们采用由三层构成的渗漏测定计进行试验。该三层为：10 cm 细砾，5 cm 沙以及 40 cm 土壤。三层次材料的成分已经测定。渗漏测定计尺寸：长 70 cm，宽 70 cm，高 80 cm。上面栽植了十棵香根草 *Vetiveria zizanioides* (修剪至 15 cm)。这一尺寸是 Ampan Bhromsiri 教授(泰国，清迈，清迈大学)规定的。

所栽的植物一旦定植成活(4 星期)，就用水将渗漏测定计加以饱和。之后，每天用沾染了砷的自来水注入该渗漏测定计。日注入的自来水量为 10L，砷浓度为 500 g/L，使用了 Na₂HAsO₄。

每天量算从试验设施中流出的水，并利用原子吸收光谱仪测定其中的含砷量。86 天之后，试验结束。试验期间，渗漏测定计中砷的总载荷为 0.43 g。

Ron Phibun 附近广泛分布着一种红色的土壤。这种土壤的铁含量非常高，达 50,000 mg/kg 之多。我们对这种“红色土壤”加以试验，准备将其作为另一种将砷去除的基质。头几批柱状试验已经说明，这种土壤吸附砷的能力很强。接着下来，我们的研究和试验就全部采用这种土壤作为吸砷基质，因为在泰国全境，这种富含铁质的土壤比比皆是。

读者如欲了解该试验的详情，请参阅参考文献中所列的有关文章，特别是参阅该试验项目的最终报告(Watzke *et al.* 2007)。

香根草吸收砷毒的能力诚然很强，但我们在 Ron Phibun 进行的所有田间试验中还是倾向于选用芋 (*Colocasia esculenta*) 和伞莎草 (*Cyperus involucratus*)。在田间试验中，湿地池塘的基质由若干层次组成，这种层次剖面的物理结构对于被扰乱很为敏感。试验时，供试植物在操作中不时需加以交换，难免会扰乱剖面。我们知道，香根草的根系庞大，深扎地下，在植物交换时势必对基质的物理结构造成扰乱。这就是我们避用香根草的原因。

我们在泰国和德国的气候条件下，开展了试验室和田间研究测试。利用这些研究获取的成果，我们着手布置一些湿地池塘进行实验。这些池塘有工程建造的，也有栽植植物的，试验目的是优化去除砷毒的过程。这些试验主要是进行以微生物学为导向的研究，但同时也研究红色土壤去除砷毒的效率以及其长期效果。进行研究时，我们的重点是观察水力条件的影响，介质对砷的固定能力以及它们对污染体的复原能力。

3. 结果与建议

渗漏测定计：这些试验表明，供试植物在砷害面前并无任何不良反应。在整个试验过程中，流出的水中也无发现砷的表征。研究中，我们没有测定各基质层中可能存在的砷分布状况。试验开始后第 15、30、45、60 和 75 天，采集供试植物的样本(叶子和根部)，并测定其中的砷含量。测试发现，所有植物样本中均含砷，而根部的

在加纳推广应用香根草

加纳的香根草应用约始于十年之前。在加纳各个金矿及其附近地域土地受损，有些矿业公司宣称它们十年之前就首先看中利用香根草对土地进行植物性修复。事实是否如此，现在已很难证实。香根草 *Chrysopogon nigritana* (前称 *Vetiveria nigritana*) 在加纳的存在时间倒是很长了。在加纳当地的一种方言里，这种草类称作 Kulikarili。不过，将香根草应用于水土保持、侵蚀治理、基本设施稳固以及防治污染等方面，在加纳是一件最近才开始的新事物。2003 年，南非 Hydromulch 的 Roley Noffke 为了争得一个项目，将一些香根草 *C. zizanioides* 带进加纳。2004 年，于设在加纳中北部塔玛利（属半干旱区）热带草原农业研究所工作的德国农学家 Edhart Frey 试图进一步探索香根草的应用课题，设立了两个香根草苗圃开展研究。两年之前，Edhart Frey 在加纳北部选择了几个地方，推广香根草的应用。他是一名农学家，所以他的重点是将香根草绿篱与玉米、小米、高粱以及几种树木进行间种。同时，他也关心可能将香根草应用到稳固农村小水库土坝的课题。这位德国农学家应用我们网站披露的信息，成功地开辟了香根草苗圃，进行若干村级推广示范项目。他的工作引起加纳人的兴趣，甚至引起某些人士的轰动。2007 年笔者来到了加纳，目前从事一项促进咨询应用的发展项目，目的是营造有利于私营企业联盟发展的良好环境。笔者所在的丹麦公司 COWI A/S 也在开展一个项

笔者在首都阿卡拉发现了少量的香根草 *C. zizanioides*，这些香根草引自 2004 年 Criss Juliard 在马里开展的项目。笔者将 100 棵香根草种苗交给公路项目经理，他则在当地苗圃物色人来繁殖这些香根草。到现在，即 2008 年 7 月，这 100 棵香根草种苗发展到能覆盖 8 英亩土地之多，构成了在加纳南部推广香根草的基地。因为南方的雨量比北方充沛得多，因此香根草在加纳南方长得更加旺盛，更加迅速。笔者郑重地向曼谷泰国皇家发展计划办公室表示感谢。尤其是要感谢目前正在加纳协调我们工作的 Suwanna Pasiri 女士，因为她为我们提供了 DNA 测试。



照片 1：这一示范点位于加纳东北部半干旱气候区，其年雨量 12-15 英寸。这是在一户农民土地上种植了 18 个月的香根草绿篱。绿篱与玉米、小米和高粱间种。如该村村长（蓝衣者）所示，绿篱上方土壤在绿篱背后被拦截保留下来，与绿篱下方形成鲜明对比。

目，旨在协助加纳交通部培训公路工程，通过一些社会经济计划发动广大社区完成保护公路的任务。2007 年，



照片 2：利用香根草来保护加纳甘巴加地区一处小水库的堤坝内侧。所示香根草绿篱为 2 月龄，已经着生定植。Dale Rachmeler 正向村民示范正确的香根草种植法。

我们需要将在阿卡拉附近采集到的 *C. nigritana* 和 *C. zizanioides* 样本严格区分开来。一旦完成这项工作，丹麦 Danida 项目工作办公室的障碍就能消除，利用香根草 *C. zizanioides* 的项目就能进行下去。

我们得到的香根草资源不多，因此我们努力敦促其他人要认真照看好香根草种苗。由于人单力薄，而且还得从事自己的本职工作，笔者进行的香根草工作进展非常缓慢。

在丹麦 Danida 公路项目里，我们将于 2008 年 9 月在加纳中部沿库马西到塔玛利的国道设立 11 个示范点。此外，我们还会将香根草引进到一些小村庄和社区，示范

