



### 应用生态技术治理高海拔干热河谷泥石流破碎结构并产生生物质燃料 的示范研究

黄波

(云南省环境科学研究院 昆明 650032)

#### 1 项目的背景

东川处于中国云南省昆明市东川区小江断裂带区域,地壳活动较频繁,泥石流灾害极为频繁,且密度集中规模巨大,被称为“世界泥石流天然博物馆”。在其境内,泥石流灾害的典型代表当属小江流域。小江全长140公里,是金沙江的一级支流,流域面积为3043平方公里。自西汉以来人类采矿的影响,造成林草植被覆盖率低,水土流失严重,基岩大面积裸露,土地贫瘠,生态系统退化,生产力下降,生物多样性和生物量渐趋减少。统计数据显示,东川区上世纪八十年代中期森林覆盖率只有13%,流域海拔2000米以下的山坡基本上没有森林。东川地区以小江流域为代表的泥石流和水土流失,平均年输沙量近3016吨/平方公里,最大年输沙量高达5314吨/平方公里,是同等地区河流输沙量的几倍甚至数十倍。

如何在极度贫瘠、干旱的泥石流泥岩、碎石荒滩荒坡(破碎结构)上快速定植成活植物和有效控制水土流失一直是该研究领域的难题,原因主要有:1、泥石流形成的砂石碎石荒滩、坡地是以破碎结构悬移质颗粒为主,土壤物质含量低(土地表层的砾石含量已超过60%)。极度贫瘠,缺乏植物生长的基质和营养,普通植物几乎不能生长定植。2、破碎结构滤水性强,保水性差,植物必须具备既抗旱又不怕涝的特性,才能在短期内定植成活。3、东川属干热河谷气候,水汽分布极不均匀,干热干旱期长,雨季又集中在7-9月,普通植物几乎抵御不了这样极端干热的条件。

2006年6月在当地政府的资助下,历时3年多,应用根际改良和生物抗旱保水集成技术对香根草(*Vetiver -Ia zizanioids*)进行技术改良。经过实验室及东川大白泥河泥石流形成的泥岩碎石结构边坡野外试验,证明该集成技术改良的香根草,在极度贫瘠、干热干旱的泥石流泥岩碎石破碎结构条件下,表现出极强的抗旱、耐涝、耐贫瘠的生态适应性。2009年遇大旱,330天未下过雨,生长良好。其庞大深扎的根系有效地固定坡地破碎结构,防止浅层破碎体的位移,显示出治理水土流失和控制泥沙输移,有效控制侵蚀的工程特性。表明该集成技术作为生态工程治理泥石流可以提高土壤黏聚力和抗剪强度,进而增加土壤稳定性,起到石砌工程技术所起到的作用。

其副产物经过使用添加剂与其他原料混合加工产生粒状新型燃料,其直径为6-8毫米,长度为其直径的4-5倍,破碎率小于1.5%-2.0%,干基含水量小于10%,灰分含量小于3%,硫含量和氯含量均小于0.07%,氮含量小于0.5%,该生物质燃料的热值一般应在4000大卡以上。实现了作为农林产物转化成生物质能源的生产过程。

#### 2 环境条件

##### 2.1 昆明市东川区大白泥河泥石流(石漠化)荒滩荒坡地质地貌

供试的干热河谷泥石流砂石破碎结构边坡由三块组成,位于昆明市东川区小白泥沟公路旁,泥石流碎石边坡总计面积近4000m<sup>2</sup>左右,坡度多为40-45°,坡体为深厚松散的古生代岩质边坡。根据现场调查分析和勘测后确定为活动型崩塌,该边坡表面由强风化泥岩、中风化泥岩和母岩碎块组成平均占90%(参见下页照片)。河滩冲刷体总计面积近20000m<sup>2</sup>,岩体以硬质混合体为主,岩性主要为泥岩,砂岩和母岩碎块,破碎强烈,呈碎裂块状,抗剪切强度低。

##### 2.2 试验地点气候条件

试验所在地年均气温20.6℃,极端低温-7.2℃,最高温度38℃。年降水量约1200mm,2009年大旱只有

432 mm, 而且冬春季干旱, 夏秋季暴雨集中, 2007年6月当日降雨量达72.4mm, 极易使裸露坡面形成冲蚀甚至滑坡, 2009年4月至2010年6月没有降雨极度干旱。三个供试边坡是一个梯形边坡, 边坡都是将山丘切割开凿形成的, 非常陡峭, 开展试验之前它们都是光秃秃的碎石裸坡, 寸草不生。

### 2.3 供试边坡的土壤属性

供试边坡的土壤均为泥石流冲刷堆积及修建公路开挖后裸露的泥岩、页岩和母岩碎块结构, 没有表土, 只有泥岩和母岩碎块, 泥岩、母岩碎块所占比例相当高, 超过土壤总重的2/3(表1)。土壤偏碱性, 非常瘦瘠, 养分缺乏。



表1 试验坡地土壤的成分分析

地点	pH	有机质 %	全N %	全P %	全K %	速效K mg/kg	碱解N mg/kg	速效P mg/kg	有效钙 mg/kg	有效镁 mg/kg	砾石占土壤 (%)
A 碎石边坡	8.46	0.28	0.071	0.073	3.089	0.85	12.04	3.46	2633	647	90
B	8.31	0.78	0.091	0.091	3.28	0.96	13.28	3.69	1437	554	60
C	8.27	1.38	0.098	0.108	3.33	0.78	12.29	3.28	1974	463	47

### 3 实验示范研究

(1) 实验室研究: 所采用的抗干旱技术主要是在保水性差的砂石碎石层和干旱条件下既长期保有水分又提供植物生长养分和改良土壤生态结构的工艺和材料。将醋酸杆菌 (*Acetobacter*)、发酵单胞菌 (*Zymomonas*)、放线杆菌 (*Actinobacillus*)、枯草芽孢杆菌 (*Bacillus subtilis*)、蜡状芽孢杆菌 (*Bacillus cereus*)、巨大芽孢杆菌 (*Bacillus megaterium*)、地衣芽孢杆菌 (*Bacillus licheniformis*) 通过在亲水载体如羟基-聚丙烯酸酯-聚丙烯酰胺三聚体型土壤调理剂和大比表面积纳米材料上的富集、复合、嵌合等, 使其在没有雨水的干旱条件下可以缓释生物材料中的水分到植物根系并保持一个比较稳定体系。

(2) 野外实验研究: 项目实施地点设在昆明市东川区大白泥沟泥石流(石漠化)荒滩荒坡。

本项目所采用的香根草实验材料系经3年选育和改良的品种, 通过3年来的野外引种栽培。2006得到昆明市东川区人民政府的资助, 项目延续至今, 在20000m<sup>2</sup>的干热河谷河滩冲刷体上, 选择了3块总面积为4000m<sup>2</sup>的泥石流沙石破碎结构边坡, 建立“极度退化生态系统恢复重建示范区”。通过根际改良与生物抗旱保水工艺两项技术取得了很好的治理效果。一方面实验区与周围大量的泥石流滑坡形成鲜明对照, 香根草在极度贫瘠泥石流泥岩砂石破碎结构中快速生根定植, 控制侵蚀, 防止泥石流滑坡。另一方面在当年东川区大旱的极端气候条件下, 通过生物抗旱保水工艺, 显著提高了泥岩砂石破碎结构的肥力和提升香根草的抗高温干旱的生态响应, 迅速有效地改善种植基质生态结构。

### 4 试验观察

供试边坡是泥岩砂石结构裸坡, 寸草不生。治理以香根草为先锋植物, 建构生物多样性基础平台, 根据护坡及固坡要求, 进行不同功能的景观植物种类配置, 建立相互兼容互补的植物自循环体系。治理目标是使植被尽快覆盖和稳定坡面, 控制水土流失和滑坡。

选择边坡分1、2、3区等高栽植香根草, 方法为在边坡上按80cm行距修30-40cm宽的等高平台, 开15cm深的种植沟; 在平台上按10-15cm间距栽植香根草(4-6支/丛), 栽植前进行生物学处理, 定期观测返青成活率及生长高度、分蘖数。于同一路段将相对的边坡作为对照边坡, 对照边坡完全处在自然状态, 以考察它和试验边坡的植物多样性的变化差异; 物种侵入情况。比较观测它和试验边坡的护坡效果。全部试验材料于2008年5月24日-6月7日种植。种植完成后, 先后对坡面进行了观测, 分别在2008年6月16日、8月28日、

10月10日、11月20日和2009年3月20日、5月24日、7月28日、10月28日。观测内容包括植物的成活率，生长发育状况，物种侵入情况以及香根草生态工程的水土保持效果。固定12丛观测株高、根系长度和分蘖数；观察其覆盖率及与其他作物与先锋植物相互兼容状况。

## 5 试验结果

### 5.1 先锋植物成活率情况

对边坡A、B、C香根草种植区进行调查，香根草栽植后40d左右都没出现返青，直到7月6日近60d才观察到未添加菌剂及生物载体的首先发芽返青成活率达91%，开始产生新的分蘖，平均每丛分蘖数从种植时的0增加至1-6株，最高分蘖数6株(表2)。说明抗旱保水集成技术已产生作用了。返青后进入生长期添加生物载体与不添加对香根草的生长及分蘖又产生了很大的影响，添加的香根草生长速度与分蘖数/丛都大于不添加的见(表3)，说明添加菌剂及保水媒介的系统对返青后香根草的生长及分蘖有很好的促进作用。

表2 添加菌剂及载体与不添加及生物载体后发芽返青和成活率的观察结果(7月6日)

地点	成活率 (%)	添加菌剂及生物载体		不添加菌剂及保水载体		
		平均长度 (m)	每丛平均分蘖数	平均长度(m)	每丛平均分蘖数	每丛最大分蘖数
A	89	0.03	1	0.05	2	3
B	92	0.03	2	0.05	3-4	5
C	91	0.05	2-3	0.06	3-4	5

表3 施菌肥与不施菌肥发芽返青后和成活率的观察结果(8月28日)

地点	成活率(%)	添加菌剂及生物载体		不添加菌剂及生物载体		
		平均长度(m)	每丛平均分蘖数	平均长度(m)	每丛平均分蘖数	每丛最大分蘖数
A	91	0.64	4-8	0.55	3-4	5
B	92	0.58	4-2	0.51	3-4	5
C	97	0.60	4	0.49	3	5

### 5.2 试验区边坡生长分蘖情况和防护效果

经2008年的5次观察返青后的香根草长势旺盛；能较快地形成等高植物篱。不同时期出现了不同程度的生长；其中，生长较快的为7-10月(表4、5)。2009年11月进行第5次观测，这时的香根草已经变成致密的绿篱带，平均每丛的分蘖达18.6株，平均生长高度110.6cm，根系平均98.6cm深。在被观测的A、B、C三个区域A、B两区泥岩和土壤平均占40%，平均坡度50°，C区基本是母体碎石结构平均占90%以上，坡度70°，A、B两区间种的作物和香根草形成了茂密深厚的植被层盖度96%，对护坡和水土保持都起到了良好的辅助作用。C区由于坡陡母体碎石结构比例高，其他植物没有着床的基础，四周基本形成不了植被层，只有香根草变成致密的绿篱带盖度95%。

进入7月份雨水较多，比往年的平均值高出30%，而且暴雨较频繁，7月份有3-4天当日降雨达72.4mm，结果对照边坡产生严重泥石流滑坡，上部道路都被雨水冲垮，而受先锋植物带保护的坡面没有受损，防护较弱的地方被雨水冲出近1米深的径流沟，更为重要的是，该病害边坡在雨季得到了防护和稳固，水土流失得到了完全控制。

表4 2008年试验区边坡生长分蘖情况(取平均值)

地点	成活率 (%)	7月28日		8月28日		10月10日		2009年3月20日		最长根系 (cm)
		株高 (m)	分蘖数/丛	株高 (m)	分蘖数/丛	株高 (m)	分蘖数/丛	株高 (m)	分蘖数/丛	
A	94%	0.64	4-8	0.89	8-16	1.306	8-18	1.266	14-18	103.3
B	93%	0.58	4-8	0.86	8-12	1.297	8-19	1.197	18-19	95.46
C	97%	0.60	4	0.76	6-10	1.102	6-12	1.183	16-19	79.76

2009年进行了3次观测，这时的香根草已经过13个月的生长过程，所防护的整个坡面已经完全稳固，边坡的植被覆盖率亦达96%，整个边坡也处在相当稳定的状态，不会再产生严重水土流失或滑坡现象。在观测植物中，香根草表现出十分强劲的生长势头，抵御了长达106天的干旱期和经受了当日降雨达72.4mm的考验，平均每丛的分蘖达8-19株。最大一丛的分蘖数29株；植株最长176cm；根系最长100.6cm。与周边山体滑坡相对照，香根草生态工程明显发挥出了防止侵蚀、稳定边坡的作用。且大大改善了石漠化病害边坡的生态环境和景观(参见下页照片)。





表 5 2009 年试验区边坡生长分蘖情况 (取平均值)

地 点	成 活 率%	5 月 20 日		7 月 18 日		10 月 28 日		最 高 植 株/m	最 多 分 蘖 数/丛	最 长 根 系/cm
		株高/m	分蘖数/丛	株高/m	分蘖数/丛	株高/m	分蘖数/丛			
A	94%	0.46	8-18	1.43	18-29	0.170	29	1.80	39	120.62
B	93%	0.48	8-19	1.21	18-20	0.160	26	1.63	27	117.68
C	97%	0.48	6-16	1.54	18-27	0.150	24	1.87	33	100.47

### 5.3 生态工程的经济效益分析

从费用对比看依照云南现在的市价 (2009), 石砌工程每平方米的费用是人民币 160-500 元左右, 而香根草生态工程技术的费用只是 19-29 元左右 (表 6), 香根草生态工程技术的费用只是石砌工程有 11% -18%。植被生态工程用于开挖山体所形成的边坡防护与稳固的经济效益、生态效益和社会效益都是非常显著的。虽然开展生态工程治理泥石流滑坡常常要辅以一些土石方工程, 这可能会增加一些成本, 但总体上它仍比单纯的土石方工程经济得多。

表 6 香根草生态工程与土石方工程的费用对比 (价格: 元 / m<sup>2</sup>)

工程类型	材料费	人力费	管理费	其他	合计
石砌工程	160-500	5-7	2-3	3-5	209-515
香根草生态工程	19-26	4-6	1-2	1-2	25-36

## 6 结论

(1) 昆明东川区特定的地质情况、土壤和气候等条件形成的泥石流砂石碎石荒滩、坡地是以破碎结构为主, 土壤物质少 (土地表层的砾石含量已超过 60%), 风化岩, 泥岩、母岩破碎结构有机质含量甚微, 极度贫瘠, 缺乏植物生长的基质和营养, 普通植物几乎不能生长定植。

(2) 由于破碎结构滤水性强, 保水性差, 植物须具备抗旱抗涝的特性, 才能在短期定植后成活形成生物栅栏。

(3) 东川属干热河谷气候,水汽分布极不均匀,干热干早期长,雨季又集中在7-9月,普通植物几乎抵御不了这样极端的条件。该项目解决了如何在极度贫瘠、干旱的泥石流泥岩、碎石荒滩荒坡(破碎结构)上快速定植成活植物和有效控制水土流失研究领域的技术难题。经技术改良的先锋植物具有生长迅速,抗逆性强的特性,是一种十分理想的先锋植物,在边坡坡度超过40°,古生代母岩破碎结构平均占90%,干早期达330天和当日降雨达72.4mm的极端环境条件下,发挥其建立退化生态系统基础平台的先锋特性,形成了等高植物篱和生态景观。其根系增强了斜坡土岩的固持能力,恢复松散堆积物的内聚力,从根本上解决了水土流失的诱因,有效地改善生态结构、稳固了该病害边坡。充分证明该生态治理技术治理和稳固泥石流形成的(破碎结构)砂石碎石荒滩荒坡是非常有效的。利用该套技术治理水土流失,为泥石流生态治理工程逐渐代替和补充传统石砌土石方工程,降低治理成本提供新的技术方法和工艺。

(4) 本试验中植物的根系需6个月形成牢靠的网状根系,固持土壤。地上部分生长迅速,分蘖明显,簇生成丛,沿等高线按150株/m<sup>2</sup>密植,能在较短时间内形成绿色篱笆,可明显减缓坡面径流速度,有效地制止坡面径流侵蚀。一旦定植成篱后无需特别护理,即可稳定边坡,加固池基,完全适应昆明东川区特定的土壤和气候等恶劣条件,在边坡防护中取得良好的效果。

经技术改良,香根草生态治理技术用于水土流失治理或其他环境保护方面且有高效持久、廉价多功能的特点,解决了在极度贫瘠、干旱的泥石流形成的泥岩、碎石荒滩荒坡(破碎结构)上快速定植成活植物和有效控制水土流失的技术难题。显示出治理水土流失和控制泥沙输移,有效控制侵蚀、固石保水的生态工程特性。表明该集成技术作为生态工程治理泥石流,可以提高土壤黏聚力和抗剪强度,增加土壤稳定性,起到石砌工程技术所起到的作用,对东川泥石流碎石坡地和河床等(破碎结构)退化生态系统具有良好的恢复重建效果。

## 7 副产物实现生物质能源转化

### 7.1 香根草生物质产量

该植物经过生物技术改良本身具有较高的光合作用效率,具有潜在的巨大经济价值,在当地每年可以收割3-4次,可获得5-8kg/m<sup>2</sup>的鲜草生物质产量,破碎体改良后生物质产量随着土壤肥力的增加,到第二个生长周期可以达到丰产,经测定可达12-16kg/m<sup>2</sup>。如不作收割,对光能捕捉量上会有所影响,但新更替的落叶会不断渗入地下或覆盖表面,起到保护地表和增加持水性的作用。由于有机纤维素类生物质能有效改良破碎体而增加土壤肥力,并且因为微生物分解者的作用而腐烂渗入地下增加破碎体的粘连,使之成为可耕作土壤,促进系统中原生植物增产,生物多样性的总量增加,从而增加了土地资源的利用率,为开发生物质原料及畜牧平台提供了大量原料,也为下游产业提供循环再生的资源供应。但不做合理的收割会影响第二年的产量,分蘖数减少1/3。

### 7.2 生物质燃料作为第四大能源资源,在可再生能源中占有重要地位

该项目是将生态修复副产品与秸秆及植物废弃物通过添加催化剂,经混合固化及配比而成新能源材料,该固体生物质成型燃料采用专用设备燃用,该技术可将低品质的生物质原料转化为高品质的易储存、易运输、能量密度高的生物质成型,制成弹丸状或小块状燃料,热效率显著提高,能效可达40%-45%,超过一般煤的能效。这项技术是为了降低二氧化碳排放量而研究开发,因为该生物质从地球大气中吸收二氧化碳提供给植物生长的能量,植物成长后,植物体制成生物质成型燃料燃烧后又变成二氧化碳气体,认定为二氧化碳零排放燃料。

### 7.3 生物质成型燃料特性

表7 生物质成型燃料的性能指标

项目	指标
热值	>4500kcal/kg
密度	>1.1t/m <sup>3</sup>
外观	呈淡黄色圆柱型 φ 8mm
灰分	≤ 7%
水分	≤ 13%
燃烧率	≥ 95%
热效率	≥ 81%
排烟黑度(林格曼级)	< 1
排尘浓度	≤ 80mg/m <sup>3</sup>

1、含氢量高,挥发性高,易于引燃。含氧量高,易于燃烧和燃尽,灰烬中残留的含碳量较少,有利于燃烧效率的提高。

2、灰分含量低(秸秆灰分通常5%左右,木屑灰分1%以下,煤炭通常20%-30%),燃烧后灰渣很少,且可以作为肥料还田。

3、低位发热量3600-4600kcal/kg,与中质煤相当,并由于属可再生能源,可以部分替代化石燃料,有效降低温室气体排放。



		Sawasdimongkol, Preecha Jirawanwasana
25	香根草系统技术在越南中部河流和渠道岸上的应用：10 年的经验与教训	Tran van Van
26	香根草系统应用于越南基础设施防护：在胡志明公路上应用十年的一些经验与教训	Tran van Van and Paul Truong
	<b>3. 环境保护</b>	
27	香根草系统应用于环境保护的研究与发展的近期进展	Paul truong and Nicholas Truong
28	矿产工业中的“共同社会责任-环境管理项目”集合体与香根草系统：服务于自然	Shantanoo Bhattacharya and Khanindra Pathak
29	香根草系统应用于咖啡流出液的处理	H R Rao
30	在高海拔干热河谷应用生态技术处理泥石流造成的破碎结构和生物质燃料的生产情况（示范性研究）	Bo Huang
31	香根草系统技术用作处理机械废水一种手段	Mohammad Golabi and Daniel Duguies
32	香根草：用于绿色城市的奇特植物	Narong Chomchalow
33	香根草应用于退化和污染土壤的恢复：一些研究案例	D.D Patra
34	应用水培香根草去除污水中的铬和镉	N.Jayanthi, Selvi Subramanian and J.Hema
35	香根草能够生长在飞尘中而不损坏脱氧核糖核酸	Rajarshi Chakraborty and Anita Mukherjee
36	对香根草植株进行分子分析以评价它对砷植物修复的潜力	S. Tiwari, B.K. Sarangi, Tushar Dash, M.V. Seralathan, Dinesh Yadav and R. A. Pandey
37	与盆栽试验相比较在污染地应用香根草能提高垦殖效率	M.K.Gupta and Vimala Yerramilli
	<b>4. 香精油</b>	
38	在香料店里的香根草油的重要性	S.C. Varshney
39	在芬芳的植物的有机培育中应用香根草	Ramakant Harlalka and Nikunj Harlalka
40	香根草用作一年生植物提取高价位的香精油实现高回报和持续性	H S Chauhan, H P Singh, V K S Tomar, A K Singh, H N Singh, Awadh Bihari, R K Lal and R P Bansal
41	在印度 Asaam Jorhat 地区情况下季节对香根草香精油产量及主要成分的影响	Rumi Kotoky, S.C.Nath,H. Lekhak, J.C.Sarma and S.Kalita
	<b>5. 基础研究</b>	
42	将原子能技术应用于香根草的品质改善：伽马辐射敏感度研究	N. Roongtanakiat, P. Jompuk, T. Rattanawongwiboon and R. Puingam
43	应用序列分析法研究南非香根草无性系的遗传变异	V. Diedericks, K. Conradie, S. Barnard
44	在盐胁迫下香根草耐盐和正常系列的生长与离子含量	S. Sritubtim, M. Nanakorn and P. Thanomchart
45	支持碳吸收的香根草叶片解剖学	S.Thammathaworn, and P. Khnema
	<b>6. 香根草系统的传播</b>	
46	国际香根草网络全球香根草冠军获得者 20 年的贡献	N. Chomchalow
47	PTT 上市公司对香根草系统的促进与推广	Salinla-Umpai
48	泰国偏远地区边界巡逻警察学校的香根草培训教程	Amporn Olarnskul,Sak Sobbong. SupatneekitNonting, Pisoot Vijarnsorn.
49	展现香根草技术	Abdul Samad and P Haridas

49	巴布亚新几内亚新不列颠岛的香根草系统技术	Robinson Vinoh
50	委内瑞拉香根草系统的发展 (2000 - 2011)	Oswaldo Luque
51	香根草编织技术在中国的引进与传播	Liyu Xu
52	印度 North Bihar 地区泛滥区香根草可发展成用于乡村发展的多功能工具	V.Jha, A.B.Verma, Rajeev Kumar <sup>1</sup> and Manishankar Jha
53	夏威夷的持续系统与传播	J.B. Fox
	<b>7. 水土保持</b>	
54	香根草系统: 马达加斯加发展与保护的生物学解决方法	Yoann Coppin
55	坡地上新橡胶种植园应用香根草和土壤分析作为掺混肥料施肥的工具	Jindarat Chuenrung, Chusak Sajjapongse, Apirat Khaosawee and Thammanoon Kaewkongka
56	香根草系统: 控制侵蚀的绿色工具	Shantanoo Bhattacharyya
57	香根草篱下地下水补充模型	K Vinod Kumar
58	退化土壤上.香根草篱、香根草覆盖和香根草堆肥对土壤肥力和侵蚀度的效应比较	K.s. Are, a.o. adelana, a.i. oyeogbe* and I. Adelabu
59	在农民参与下促进香根草种植以保持水土	Phantip Panklang and Jaroon Piboon
60	香根草与覆盖作物间作对水土保持和“那么”芒果生长的影响	Kittipong Treetaruyanont,*Teerask Saengpeng and Boonroom Jancheun
61	在泰国 Pakchong 研究站香根草与覆盖作物对芒果种植园水土保持的影响	Pinit Karintanyakit, Kunlayanee Su vittawat,Ruangsak Komkhuntod and Kwanhatai Tanongjit
	<b>8. 香根草的药用</b>	
62	香根草生物活性的研究: 奇特香根草的一些重要新发现	Suaib Luqman
63	香根草油中抗分支杆菌的作用	S. K. Srivastava
64	香根草的抗微生物活性植物化学物质	Jayashree,s.j. Rathinamala and P. Lakshmanaperumalsamy
	<b>9. 社会经济</b>	
65	利用香根草生产精油激励锌铜污染土壤的植物恢复	Luu Thai Danh, Paul Truong,Raffaella Mammucari, Neil R. Foster
66	滑坡导致的山区农业地区以香根草为主的土地恢复中的支出与收益分析	Jaruntorn Boonyanuphap
67	香根草系统应用于马达加斯加扶贫	Roley Noffke* and Yoann Coppin**
	<b>10. 创新</b>	
68	香根草系统在危地马拉阿马提兰湖的应用潜力	I Maria Calderon
69	在农村利用香根草粘土复合物制作的生态指示桩保护道路安全	R. Parichatprecha, T. Luengkulyanakun, T. Hengsadeekul, and P. Nimityongskul

编者注: 第五届国际香根草大会组委会正在对大会论文进行收集、编辑加工, 上述论文题目可能会有变动。

主办: 中国科学院南京土壤研究所 中国香根草网络, 南京市第 821 信箱, 南京市北京东路 71 号  
 邮编: 210008, 电话: (025) 86881269, 传真: (025) 86881000  
 E-mail: lyxu@issas.ac.cn Homepage: <http://www.vetiver.org.cn>