

等高固氮植物篱技术在坡耕地可持续耕作中的应用*

唐 亚^{1,2}, 谢嘉穗¹, 陈克明¹, 何永华¹, 孙 辉¹

(1 中国科学院成都生物研究所, 成都 610041; 2 国际山地综合发展中心, 尼泊尔加德满都 3226 信箱)

摘 要: 等高固氮植物篱技术是利用固氮植物能够固氮、生长快和具多用途的特点, 在坡耕地上建立高密度植物篱。通过枝叶还田及腐根和枯枝落叶, 有效改善土壤肥力、团粒结构及水分渗透率, 加上植物篱的机械阻挡, 降低地表径流 50% ~ 70%, 减少土壤侵蚀 97% ~ 99%, 土壤全氮含量增加 65% ~ 103%, 有机质含量增加达 25% ~ 35%, 农作物增产达 30% ~ 60%。该技术具有投入低、操作简便、实用性强、效果显著、效益多样的特点。该技术综合地解决了山区坡耕地水土保持和土壤培肥的问题和用地、养地的矛盾, 可实现坡耕地的可持续耕作利用, 值得在我国山区大力推广

关键词: 等高植物篱技术; 固氮植物; 水土保持; 增产; 环境保护; 推广

中图分类号: S157.2

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2001)01-0104-06

Contour Hedgerow Intercropping Technology and Its Application in the Sustainable Management of Sloping Agricultural Lands in the Mountains

TANG Ya^{1,2}, XIE Jia-sui¹, CHEN Ke-ming¹, HE Yong-hua¹, SUN Hui¹

(1 Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, PRC;

2 International Centre for Integrated Mountain Development, G. P. O. Box 3226, Kathmandu, Nepal)

Abstract: In the past five decades the ever growing human population and declining cropland in China have made the livelihood in the mountains more difficult and forced expansion of farming onto more steep land and clearing of forests and other types of vegetation, causing severe soil erosion. The severe soil erosion and its resultant effects have impeded sustainable development in China. The contour hedgerow intercropping technology is developed to respond to these problems on the basis of the unique features of nitrogen fixing plants, including the ability to fix nitrogen from the atmosphere, the ability to improve soil fertility, the capability of growing fast and the capability of providing multiple benefits. Perennial woody nitrogen fixing plants are planted very thickly along the contour lines on sloping farming land as hedgerows with an inter-hedgerow distance of 3~6 meters. The thickly planted hedgerows of nitrogen fixing plants are pruned periodically to avoid shading companion crops and to provide materials to improve soil fertility, water infiltration rate, and soil structure. The properly established and managed contour hedgerows can reduce the surface runoff by 50~70 per cent, and soil loss by 97~99 per cent. Addition of the hedgerow prunings together with decomposition of roots and litter can improve considerably soil fertility, water infiltration rate, and soil physical structure, leading to the increase in the content of nitrogen and organic matter by 65% ~ 103% and 25% ~ 35%, respectively. The improved soil fertility and soil moisture condition enhanced the crop yield by 30% ~ 60%. The contour hedgerow intercropping technology is low in cost, easy to adopt, effective, and multipurpose, and makes sustainable development in the mountains possible. It should be diffused widely in the mountainous region of China and it is believed that the wide

* 收稿日期: 2000-09-25

国际山地中心(ICMOD)ATSCFS项目、四川省青年科技基金和中国科学院成都地奥科学基金共同资助课题。

extension would contribute greatly to sustainable agricultural development and environmental protection in the mountains

Key words: contour hedgerow intercropping technology; nitrogen fixing plants; soil conservation; enhanced crop yield; environmental conservation; extension

1 水土流失现状、原因及后果

中国是世界上水土流失严重的国家之一,据水利部资料*,全国现有水土流失面积 367 万 km^2 , 占国土面积的 38.2%, 其中水力侵蚀面积占 49%, 每年我国流失的土壤达 $50 \times 10^8 \text{ t}$, 水土流失损失的土地达 667 万 hm^2 以上。造成水土流失的主要原因有两个,其一,坡耕地面积及陡坡耕作大量增加,又缺乏有效的水土保持措施,水土流失非常严重,泥石流等自然灾害频繁发生,据长江流域的宜昌水文站测定,水土流失的主要物质来源于耕地,占入江泥沙量的 60%~78%^[1,2];其二,地表自然植被的不断破坏和减少加剧了水土流失。据 1957 年调查统计,长江流域森林覆盖率为 22%,水土流失面积 36.68 万 km^2 , 占流域总面积的 20.6%, 但到 80 年代,森林覆盖率就减少至 10%,水土流失面积增加了一倍,占流域总面积的 41%。

水土流失使生态环境恶化,土地生产力下降,耕地减少,江河、湖库淤塞,加剧旱涝和山地灾害,污染水质,直接威胁城市和乡村的安全。严重的水土流失,已使长江流域塘堰的总库容被泥沙淤积了一半以上,中小水库淤积占库容的 1/4~1/6;水土流失的另一个直接后果是造成肥沃耕作层表土流失,土壤的保水抗旱能力降低。据陕西汉中水保站实测**,每次暴雨后,坡耕地平均流失表土厚度达 1 cm 以上,且随着坡度增加,土壤侵蚀量大大增加;据四川遂宁水保站 1985 年的实测数据***,在红棕紫色中壤上,即使作物采用等高种植,当降雨量为 642.5 mm 时,坡度为 10°、15°、20° 和 25° 的坡耕地的土壤侵蚀量分别是坡度为 5° 的 1.38、2.36、3.14 和 4.29 倍,坡度为 20° 和 25° 的坡耕地,1 hm^2 年土壤流失量达 108.75 t 和 159 t。长江上游地区已有大面积坡耕地因严重水土流失失去耕作价值而荒废,形成大面积寸草不生的荒山荒坡,即使实施植被恢复工程也常常难以成功。水土流失还导致土壤养分大量流失,据“长办”的资料***,流失 1 t 土壤中,含氮

2.55 kg, 磷 1.53 kg, 钾 5.42 kg, 长江流域每年流失土壤 $24 \times 10^8 \text{ t}$, 损失氮、磷和钾分别为 $612 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $367.2 \times 10^4 \text{ t}$ 和 $1300.8 \times 10^4 \text{ t}$ 。我们在四川省宁南县的实测也表明,从耕地流失的泥沙的全氮和有机质含量分别是耕作层表土的 2.7 和 4.2 倍。因此,降低水土流失是保持土壤肥力的有效措施。

水土流失也是中西部地区难以摆脱贫困的重要原因之一,制约着我国的可持续性发展,全国每年因水土流失造成的经济损失都在 100 亿元以上。因此,探索、研究和实施有效的坡耕地水土保持技术,对实现我国资源、环境和人口的协调发展具有至关重要的意义。

2 坡耕地的重要性及利用

中国是一个多山的国家,特别是长江上游地区,山地和高原占 80%~90%。尽管我国的国土面积有 960 万 km^2 , 但耕地资源很少,我国的耕地仅约 1 亿 hm^2 , 而且由于多种原因,耕地面积特别是高质量的耕地逐年减少,1968~1978 年间,我国耕地每年净减少 $16 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 而 1978~1997 年间,每年净减少的耕地面积高达 $25 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ^[3], 而同期我国人口从 1979 年的 9 亿 7 千多万增加到如今的 12 亿 6 千多万,每年净增 1450 万,这种持续的耕地减少和人口增长的双重压力,进一步加剧了本来就十分突出的人地矛盾,使我国的人均耕地越来越少。为了满足不断增长的粮食需求,导致毁林开荒和陡坡耕作愈演愈烈,造成在各主要农区存在大面积坡耕地的现实。

全国坡耕地有约 $4 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 是重要的耕地资源,尽管国家有关法规规定 25° 以上的坡耕地应当退耕还林,但在山区,在大于 25° 甚至 40°~50° 山坡上耕作的现象仍然普遍。如四川省大于 25° 的坡耕地就占 25%, 达 $76.9 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 50°~25° 的坡耕地达 $96.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$; 黄土丘陵区坡耕地面积占总耕地面积 70%~90%^[5]。长江上游现有 $1100 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 坡耕地, 占耕地面积的 42.8%。^[6]可以看出,坡耕地在

* 水利部水保司,中国七大流域水土保持工程建设,第一辑。

** 张利铭 陕南秦巴地区水土流失成因、危害及防治对策,中国水土保持学会和长江水土保持局主编 举国上下共论长江——为了祖国和人类的未来,长江流域水土保持学术讨论会论文集,1989,北京:52~57页。

*** 黄耀,刘安康,陈波 应用航天遥感技术成果分析四川省水土保持流失现状和水土保持,1989,同*:120~128。

山区粮食生产中占有重要的地位,如果严格实行25°以上的坡耕地退耕还林,必将在一段时间内涉及到大量以坡耕地为生的农村人口的生计。因此,如何合理利用坡耕地,特别是在有效控制水土流失条件下如何有效提高土地生产力,降低对25°以上的坡耕地的压力,逐步实现25°以上坡耕地退耕还林具有十分重要的现实意义。

我国政府早已注意到水土流失及其防治,并启动了各种防护林工程和水土保持工程,水土流失开始得到治理。然而,尽管水土流失面积和土壤流失量的增加速率得到一定的控制,但由于各种原因并未从根本上解决水土流失问题。1998年长江全流域特大洪灾再一次使人们认识到长江上游的水土流失正日趋严重,中央和各省为此启动了长江上游天然林保护工程和陡坡耕地退耕还林还草工程,这无疑将为从根本上控制水土流失起到重要作用。然而现有的经济发展水平及人口压力都还不足以在短期内解决山区人民对坡耕地的依赖,因此必须寻求在水土流失得到充分控制的条件下持续合理利用坡耕地的途径。

现行坡耕地的主要利用方式是顺坡耕作,广种薄收,水土流失十分严重。为了解决坡耕地水土流失,各级政府几十年来大力推广种树种草和坡改梯工程,这些措施确实为控制坡耕地水土流失起到了关键作用。但是,由于财力、物力和人力的限制,我国坡改梯的面积仍然还不能适应有效控制水土流失的需求。多年的工作表明,坡改梯有其局限性:如投入大(据调查,不同标准的坡改梯,1 hm²投入4 500~45 000元不等),打乱土层使梯地的生产力在最初几年明显下降;尽管修好后的梯田能有效地起到保持水土作用,但修造梯田的同时也会造成严重的水土流失;土筑梯埂崩塌普遍,维护不易;坡改梯在陡坡和沙质、粗骨质土壤上应用困难;此外,坡改梯主要是单纯保持水土,客观上忽视了土壤肥力的改善和提高。因此,坡改梯推广仍与水土流失现状相差很大,必须采用新技术综合解决坡耕地水土流失、土壤培肥及提高土地生产力的问题。

3 等高固氮植物篱技术及国内外的应用简况

在坡耕地系统中土壤的形成和流失都是一个自然过程,但人类在坡耕地的耕作活动极大地加快了土壤流失量,造成坡地土壤退化。为了探索解决长江上游退化的自然生态系统的恢复与重建、有效控制

坡耕地严重的水土流失、持续利用长江上游的坡耕地资源的途径和方法,我们从20世纪90年代初开始探索山区资源的合理及可持续利用途径,其中两个重点就是坡耕地有效的水土保持和肥力改善的技术措施和荒山荒坡植被恢复的技术措施。

众所周知,山区农业是以旱地农业为基础的。在坡耕地的开发利用中,前提是在持续利用坡耕地的同时有效控制水土流失,改善坡耕地土壤的水分条件,降低坡耕地的养分流失,增加坡耕地的有机肥投入,解决土壤的培肥问题,同时尽量兼顾解决山区饲料和薪柴缺乏的问题。经过对国内外相关技术的调研分析,应用国际上在热带地区提出的坡地农业技术的原理,我们于1991年在四川金沙江干热河谷建点对等高固氮植物篱技术的研究、试验和完善,并从1994年开始系统地对该技术在保水、保土、培肥、增产等方面的效果及该技术的经济效益进行定位定量研究。

等高固氮植物篱技术是在坡耕地上每隔4~8 m沿水平带(等高线)高密度(1株/5~10 cm)种植2行(行距30~50 cm)生长快、耐切割、萌蘖力强的多年生木本固氮植物篱,作物及其它经济植物种植在植物篱带之间的耕地上;固氮植物篱生长至约1 m以上时,从距地面30~50 cm处切割,既避免与作物争光,刈割的幼嫩枝叶又是优良绿肥或饲料。密集种植的固氮植物篱可以非常有效地降低地表径流和土壤侵蚀,同时减少土壤养分淋失,加上每年植物篱腐根、枯枝落叶输入和植物篱提供的绿肥,能有效改善土壤肥力及土壤团粒结构,改善土壤水分入渗率和土壤水分状况,提高土地生产力;植物篱中还可种植经济植物(如桑树等);在不种作物的季节,可减少切割植物篱次数以生产薪柴。

等高固氮植物篱技术的原理最初出现于本世纪30年代,在印度尼西亚为了解决橡胶林的水土流失及土壤培肥问题,在林下种植豆科固氮植物。但该技术的研究和应用在20世纪80年代以后才在非洲热带和东南亚热带地区得到重视,不少国际组织从不同角度开展了对该技术的研究,但由于政治、社会经济和文化传统等方面的因素,该技术还仅在少数国家得到较好的推广应用;国际山地综合发展中心(International Centre for Integrated Mountain Development, ICMOD)从1991年以来在兴都库什-喜马拉雅地区的热带及亚热带地区开展对坡地农业技术的试验、改进和示范工作,并在一些国家取得了较好效果^[7]。

4 应用固氮植物的原理

氮是蛋白质最重要的组分,也是植物的重要组成元素,但它也常常是土壤中最缺乏的养分。土壤中氮的不足有许多原因,如由于微生物脱氮作用、水土流失、养分淋失和反硝化等被消耗;另外,大量氮素随农作物和农作物秸秆的收获而被带出土壤。为了维持作物的产量需要不断补充土壤氮库,而这种补充在近50年来主要是靠施用化肥来实现的。随着全球人口的不断增加和土地退化的日益严重,为了生产足够的粮食,全球化肥年使用量也在逐年增加,从1950年的 350×10^4 t增加到1989年的 $8\,000 \times 10^4$ t,增加了近23倍^[8]。如此大量化肥的施用,不仅影响全球氮的循环和平衡,并且污染环境(特别是地表水体富营养化和地下水硝酸根超标),增加生产成本,形成恶性循环。由于土壤质量下降,氮肥的使用效率越来越低,最高仅为50%^[9],而我国氮肥利用率则不到30%^[10]。除工业合成的氮肥以外,自然界还有固氮生物能够固定空气中的氮,与化学固氮相比,生物固定的氮能全部为植物利用。据估算,2 t化肥纯氮的效果才相当于1 t生物固定的氮,即1 t生物固定的氮至少相当于4.4 t尿素。全球年生物固氮量为 $1\,400 \times 10^4 \sim 1\,700 \times 10^4$ t^[9],即相当于 $6\,160 \times 10^4 \sim 7\,480 \times 10^4$ t尿素,而且最重要的是,生物固定的氮及其过程不会污染环境。

空气中含有78%的氮,这些氮并不能被一般植物直接利用,而固氮植物则能够将空气中的氮固定,转化成自身及其它植物可以利用的形式,固氮植物生长所需的氮绝大多数来源于其本身所固定的氮。在通常情况下,固氮植物将通过其腐根及枯枝落叶等方式增加土壤中氮的含量。研究表明,固氮植物的固氮能力在土壤施用化肥增加含氮量时要降低^[11],说明土壤和植物之间存在一种养分的动态平衡,而且固氮植物落叶的含氮量是非固氮植物的2~3倍^[12]。在四川省宁南县营造薪炭林的工作也表明^[13],用固氮植物与赤桉混交,可使土壤表层的全氮含量增加5.9%~35.3%,而赤桉纯林土壤表层的全氮含量与裸地相同;在杨树林和柳树林中混交沙棘能使土壤表层有机质增加37%~42%,土壤含氮量提高20%~22%^[14],证明种植固氮植物能够增加土壤的含氮量。此外,许多固氮植物能提供优良的饲料、食物、木材、薪柴及其它产品。

简而言之,固氮植物的下列特性是在该技术中应用固氮植物的主要考虑:

(1) 固氮植物从土壤中汲取的养分(特别是氮)

要比其它植物少,并能增加土壤含氮量;

(2) 固氮植物能够在其它植物不能或很难生长的地方快速生长,许多固氮植物具有耐干旱瘠薄的特性;

(3) 固氮植物在自身生长的同时能够改善土壤;

(4) 固氮植物常常具有多种用途。

自然界有丰富的固氮植物,如豆科植物有13 000~18 000种,大部分是固氮植物,非豆科固氮植物有约170种,应该说在我国山区各农业区都能选择到适合于本地区环境条件的固氮植物种类。但是,也不排除应用其它的非固氮植物,这还需要作进一步的工作,以研究应用非固氮植物的效果及相关问题。

5 等高固氮植物篱技术的突出特点

根据1991~1999年底在四川省宁南县金沙江干热河谷坡度为15~38的坡耕地上对等高固氮植物篱技术的试验和研究,结果表明该技术具有如下突出特点。

5.1 有效控制水土流失,增加土壤水分含量

在坡耕地上种植植物篱后,缩短了地表径流在坡上运动的长度,能降低径流的流速,而且坡耕地的地表径流通过植物篱的层层拦截,一方面延长了地表径流的下渗时间,另一方面也大大降低了地表径流的速度,加上土壤水分入渗率的逐年改善,因而能使坡耕地的水土流失得到十分有效的控制。定位研究表明,地表径流降低的幅度在种植植物篱三年后可达50%~70%,降低土壤侵蚀的幅度达97%~99%^[15],使土壤流失得到完全控制;经过几年的常规耕作,植物篱之间的耕作带可形成梯地,而且这种梯地与工程修建的梯地相比,具有明显的优越性,既能起到坡改梯的所有功能,又能培肥土壤,而且还有其它效益,基本上克服了坡耕地的不足。

在中国的所有自然资源之中,水资源是最为匮乏的,中国是全球13个贫水国家之一,人均占有量排在世界的第109位。水资源短缺引起的干旱与沙漠化,严重制约了我国社会经济的可持续发展。应用该技术后能使地表径流的50%~70%就地下渗,让降雨尽可能多地滞留涵蓄于土壤中,一方面可以增加土壤含水量,减轻干旱对农作物的危害,另一方面还可让潜在的洪水转化为持续的径流,这对于缓解我国水资源不足和降低洪水灾害都具有重要意义。

5.2 能将低产的坡耕地建成高产稳产的生物梯地

由于多年的耕作和养分流失,一般而言,山区坡耕地的土壤土层浅薄,养分比较贫乏,在这样一个脆

弱的土壤生态环境系统上要建立稳产高产的旱作农业,或者退耕还林还草,在短时间内显然是困难甚至不现实的。地力不提高,广种薄收的习惯难以改变,其它措施也就难以推行,因此必须努力改善土壤条件,培养地力。水土流失的一个严重后果是耕作层肥沃表土及表土中的养分随之流失,导致土壤肥力及保水、保墒和抗旱能力下降,坡耕地常因几年的连续耕作导致土层减薄和养分大量流失,最后导致土地农业价值完全丧失。等高固氮植物篱技术能控制和降低地表径流和土壤流失,提高土壤的入渗率,因而降低土壤养分流失,保持土壤水分,是保持土壤肥力和增强农作物抗旱能力的重要措施;此外,固氮植物篱还通过每年几次修剪,提供大量的新鲜枝叶还田,起到绿肥的作用。根据在四川宁南的试验结果,等高固氮植物篱中不同的固氮树种种植2年后,每年每公顷可生产5~15 t新鲜枝叶,能有效改善土壤有机质、氮素和其它养分状况,可见该技术对土壤肥力改善是综合性的。

培肥地力可以提高作物产量已经成为人们的共识,但培肥地力又是以土壤水分状况的改善和第一性生产力的提高为基础的,在这方面等高固氮植物篱技术科学合理地解决了坡耕地用地和养地问题、土壤培肥和改善土壤水分条件的问题。采用等高固氮植物篱技术后,不但有效降低了土壤养分流失和淋失,培肥土壤,还能改善土壤水分状况,并且还通过对固氮植物篱的刈割将土壤深层的养分提供给农作物。研究结果表明,植物篱种植3年后,土壤有机质增加20%~31%,全氮增加70%~127%^[16],作物增产普遍达30%~60%,采用等高固氮植物篱技术坡耕地的玉米产量也比施用化肥的坡耕地高8%~28%;此外,由于持续获得绿肥、腐根及落叶,土地生产力得到不断改善,加上逐渐形成生物梯地,可将低产的坡耕地建设成高产稳产的土地,为实施高效农业创造出良好条件。

有机质是耕地土壤肥力的重要基础指标,我国化肥利用率低的一个重要原因就是我国大部分土壤的有机质含量低,而且得不到有效补充。研究和实践表明,增施有机肥可以改善土壤结构,提高化肥利用率。采用等高固氮植物篱技术后,可以在耕作坡耕地的同时,就地解决有机肥的供应,解决了我国坡地有机肥施用不足的问题,大量绿肥的持续投入及土壤有机质的增加,也必将大大提高化肥的利用率,降低农业生产成本,减少化学氮肥对环境的污染。

5.3 投入少、易操作、效果良好而持久

建立固氮植物篱的现金投入仅为等高植物篱的

种子或苗木费用。据在四川省金沙江河谷宁南县的试验,667 m²需种植植物篱150~180 m,采用直播需新银合欢或山毛豆种子2.5~3 kg,劳力投入为一个工,其总投入仅为当地工程坡改梯的3%~17%,而且无论何种质地的土壤、地形、地块,在40℃以下坡地,只要选择了合适的固氮植物树种,都可以应用该技术。该模式成功解决了坡改梯投入高、受土壤质地和陡坡限制、在修建过程中造成水土流失以及梯埂坍塌等问题;沿等高线种植植物篱简单易行,只要看过示范就能操作应用。除了上述保持水土和改善土壤肥力的效果外,许多固氮植物篱物种还是优良的饲料植物,可以提供饲料。许多木本植物常具有多年至上百年的寿命,只要植物篱树种存活,这一系统就能发挥作用。在以土埂为主的坡改梯中,坡改梯后马上种植固氮植物篱,能够防止梯埂坍塌,而未种植植物篱的土梯埂在一年后大部分坍塌。此外,在植物篱中还可以种植经济植物,例如在四川宁南县的植物篱中种植桑树,由于植物篱带的土壤养分和水分条件是这一系统中最优裕的,种植在其中的桑树不用施肥,与当地每年施肥3~4次的对照桑树相比,其枝条直径是对照的1.9~2.3倍,其叶产量是对照的3.9~4.0倍^[17],并且桑叶肥厚,质量显著高于施用化肥的桑树,这种低投入高产出的效益是非常明显的,这种方法也使我国蚕丝的绿色生产成为可能。

5.4 在持续利用坡耕地的同时,缓解农村“三料”矛盾

肥料、燃料、饲料缺乏是制约农村经济发展的因素之一。燃料的缺乏是山区自然植被持续遭到破坏的主要因素之一,饲料的不足是限制山区饲养业大力发展的主要因素,而有机肥料的缺乏是山区土地生产力不高的重要原因。除了上述植物篱作为改良土壤的优良绿肥外,植物篱幼嫩枝叶还是优良的饲料,可用作牛、羊和猪等的饲料,而且许多豆科饲料粗蛋白含量一般在20%以上^[18],对家畜的催肥和生长效果非常明显,我们在实验点的试验取得很好的效果。在坡耕地上种植农作物的同时提供大量的饲料,使该技术更具有生命力,特别是在干热河谷的旱季,在其它草本饲料植物不能生长或生长不良时,植物篱由于其很深的根系,可以利用土壤深层的水分生长,在其它草本饲料不足的情况下,可以提供大量饲料,缓解饲料缺乏的矛盾。

据20世纪80年代统计,我国农村每年生活用能烧掉木材7 000×10⁴ m³以上,植被受到严重破坏,加剧了水土流失和沙化面积扩大;作物秸秆是改善土壤肥力的重要材料,但是,由于农村能源缺乏,

我国农村所产秸秆的60%都作为燃料烧掉了,其余的还用作饲料和轻工燃料,用于还田的所剩无几,导致土壤肥力下降,土壤有机质含量较低的地区,往往都是那些缺柴严重的地区^[19]。等高固氮植物篱技术的应用,可以提供部分薪柴,缓解对自然植被的压力,增加作物秸秆还田改善土壤肥力的力度和效果。植物篱的老枝干是良好的薪柴,在农作物生长的早期及不种农作物的季节,可以减少植物篱的刈割次数,用以生产薪柴。此外,在植物篱中种植的桑树等经济植物每年修剪的枝条也是优良的薪柴,例如桑树每年可修剪1~2次,667 m²植物篱中的桑树至少可生产干桑枝150~180 kg。因此,可根据实际需要,将等高固氮植物篱作为生产肥料、燃料或饲料的基地经营,有效解决农村“三料”缺乏的问题。

6 等高固氮植物篱技术的适用范围

一般来说,等高固氮植物篱技术适用于我国大多数地区的坡耕地,只要木本固氮植物能生长的地

区就能应用该技术,只是由于固氮植物的生长快慢而影响效果的快慢和改善土地肥力的效果。现有的工作结果表明,该技术在我国中亚热带及其以南的地区应用应该没有问题。如果长江流域所有的坡耕地都采用这一技术,其整体保土保水的效果将极其显著,对于防止流域大洪灾的发生会发挥巨大的作用。

除了应用于坡耕地的水土保持以外,等高固氮植物篱技术还能应用于造林、果园/经济植物的种植、小流域综合治理、退化山地系统的治理、畜牧业的发展和流失沟的治理等方面。该技术也可以与坡改梯结合起来,在坡改梯时可以仅修建土埂,在土埂上种植植物篱,这样就将等高固氮植物篱技术和坡改梯的优势结合起来,在已经坡改梯的地方,也可以在梯埂上种植植物篱,起到固埂的作用,防止梯埂坍塌。此外,固氮植物篱也可以用于水平耕地土壤肥力的改善,在风沙危害严重的地区,固氮植物篱系统还能起到防风的作用,降低风沙危害。

参考文献:

- [1] 李文华 长江洪水与生态建设[J] 自然资源学报, 1999, 14(1): 1~8
- [2] 史德明 长江流域水土流失与洪涝灾害关系剖析[J] 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(1): 1~7
- [3] 李秀彬 中国近20年来耕地面积的变化及其政策启示[J] 自然资源学报 1999 14(4): 329~333
- [4] 黄义端, 江忠善 陕南汉江、嘉陵江流域水土流失与“81·8”洪灾[J] 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1986, 第4集: 93~103
- [5] 唐克丽 中国土壤侵蚀与水土保持学的特点及展望[J] 水土保持研究, 1999, 6(2): 2~7
- [6] 赵燮京, 庞良玉, 张建华, 刘定辉 改善生态环境, 防治长江上游水土流失[J] 水土保持研究, 1996(2): 88~92
- [7] Tang Ya Options for improving productivity of marginal farms—a regional programme on soil conserving farming systems[R] 1998-2001. International centre for integrated mountain development (ICMOD), Kathmandu, Nepal 1999
- [8] The Fertilizer Institute Fertilizer facts and figures[M] Washington, D. C. 1990
- [9] Pimentel D et al Economic and environmental benefits of biodiversity[J] Bio. Science. 1997(47): 747~757
- [10] 彭珂珊 1998年洪灾之后对我国生态环境问题的思考[J] 科学, 1999, 51(2): 32~36
- [11] 苏凤岩, 孙慧君, 李维光, 等 生态环境对刺槐根瘤菌共生体系的影响[J] 生态学杂志, 1990, 9(1): 51~53
- [12] 何兴元, 张成刚, 杨思河, 等 结瘤固氮树种叶部主要养分迁移特征[J] 生态学杂志, 1997, 16(3): 63~66
- [13] 陈克明, 等 宁南炭林合理布局与示范研究[A] 见: 亚热带干热河谷区宁南县农村能源综合建设研究 成都: 成都科技大学出版社, 1991
- [14] 何兴元, 张成刚, 杨思河, 等 固氮树种在混交林中的作用研究 I 沙棘混交林内根瘤固N与林木生长[J] 应用生态学报 1996, (7): 354~358
- [15] 孙辉, 唐亚, 陈克明, 等 固氮植物篱防治土壤侵蚀效果的研究[J] 水土保持通报 1999, 19(6): 1~5
- [16] 孙辉, 唐亚, 陈克明, 等 固氮植物篱改善退化坡耕地土壤养分状况的效果[J] 应用与环境生物学报 1999, 5(5): 473~477
- [17] 袁远亮, 孙辉, 唐亚 固氮植物篱梯埂套种桑树效益初探[J] 生态农业研究, 2000, 8(2): 69~71
- [18] 唐亚, 陈克明, 谢嘉穗, 等 论固氮植物在山区农业持续发展中的应用[J] 地理研究 1999(13): 73~78
- [19] 王群会, 王为农, 贺军伟 解决农村能源问题的突破口[J] 中国水土保持 1984, (10): 38~39