

ADVANCES IN BALANCED FERTILIZER RESEARCH IN THE SOUTHWESTERN CHINA

中国西南地区 平衡施肥研究与进展



四川省农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷肥研究所成都办事处

涂仕华 主编



四川大学出版社



中国西南地区平衡 施肥研究与进展

Advances in Balanced Fertilizer Research in the
Southwestern China

四川省农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷肥研究所成都办事处

涂仕华 主编

四川大学出版社
2002 年 12 月

责任编辑:徐丹红
责任校对:朱兰双
封面设计:罗 光
责任印制:曹 琳

图书在版编目(CIP)数据

中国西南地区平衡施肥研究与进展/涂仕华主编.
成都:四川大学出版社,2002.12
ISBN 7-5614-2510-4

I. 中... II. 涂... III. 作物-施肥-西南地区
IV. S147.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 102065 号

书名 中国西南地区平衡施肥研究与进展

作者 涂仕华 主编
出版 四川大学出版社
地址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发行 四川大学出版社
印刷 西南冶金地质印刷厂
开本 787 mm×1 092 mm 1/16
印张 16.75
字数 395 千字
版次 2002 年 12 月第 1 版
印次 2002 年 12 月第 1 次印刷
印数 0 001~1 000 册
定价 30.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065
◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回印刷厂调换。

版权所有◆侵权必究

◆网址:www.scupress.com.cn

前 言

西南和南方地区是我国重要的粮食作物和经济作物生产基地。该区气候温和，光热充足，雨量充沛，植物种类繁多，物产丰富，在我国农业生产中地位突出。区内种植有我国主要的热带作物和大部分亚热带作物，是中国的蔗糖王国、花卉之乡、烟草基地，水稻一年三熟……为了提高作物的品质和产量，从“九五”期间至“十五”初期，西南地区各省、市、自治区的有关农业科研部门（大专院校）在钾磷肥研究所/加拿大钾磷肥研究所（PPI/PPIC），以及加拿大钾肥公司和加拿大国际发展署的资助下，并结合国家和省级政府部门的相关科研项目，开展了一系列（粮食、油料、蔬菜、水果、茶叶、烟叶、甘蔗等）作物的平衡施肥研究与示范工作，取得了显著的成就。有的成果（技术）已转化用于农业生产，取得了良好的社会效益和经济效益。

西南地区多属丘陵、山区，人口密度大，土地垦殖系数高，坡耕地比例大，土壤易受侵蚀，暴雨多而集中，水土流失严重，尤其是长江上游的紫色土壤，成为该区农业生态建设与农业环境保护中的重大问题。20世纪90年代后期，钾磷肥研究所/加拿大钾磷肥研究所（PPI/PPIC）先后在四川、云南和贵州三省开展了旱坡地治理和水土流失防治的综合技术研究工作。该项目利用经济植物篱带固土和拦截坡地表面水土流失，结合平衡施肥技术，促进作物的健壮生长增加地表覆盖度，改顺坡种植为横坡等高种植，取得了可喜的进展。该项技术既可有效地降低水土流失，又可显著地增加作物产量和农民收入。该研究工作已得到农业部及四川、云南和贵州三省政府的支持，目前正开展扩大示范和推广工作。

为了将科研成果尽快用于生产，扩大其社会、经济、生态和环境效益，特组织区内的有关科研单位（大专院校）的专家，在总结第一手研究资料的基础上，编写了这本专著。希望本书对关注该领域的科学家、农技工作者、肥料企业技术员、肥料贸易商家和政府决策者有所裨益，同时为中国农业可持续发展中的养分管理和生态环境建设提供一些参考依据。

传统上的西南地区包括西藏、云南、四川、重庆、贵州和广西六省(市、区)。由于平衡施肥项目管理的原因,本书还包括了广东和海南省。编写本书的主要人员有:西藏自治区农科所的关树森副研究员,云南省农科院土肥所的洪丽芳博士和郭云周副研究员,四川省农科院土肥所的涂仕华博士和陈一兵研究员,重庆市土壤肥料站的李伟研究员和戴亨林副研究员,西南农业大学资环学院的王正银教授,贵州省农科院科技信息所的尹迪信副研究员和土肥所的朱青副研究员,广西省农科院土肥所的谭宏伟研究员、周柳强副研究员和谢如林副研究员,广东省农科院土肥所的谢春生研究员、周修冲副研究员和姚丽贤女士,海南省农科院的谢良商副研究员,海南省农垦中心测试站刘志崑副研究员等。

借此机会,我们对多年来支持、帮助和参加该区平衡施肥研究工作的机构和个人表示衷心感谢。特别感谢加拿大钾磷肥研究所总裁斯多福(Mark Stauffer)博士,前副总裁兼中国和印度项目部主任鲍哲善(Sam Portch)博士,中国项目部主任金继运博士和副主任王家骧博士;加拿大钾肥公司(香港)董事总经理康豪伟(Howard Cummer)先生和经理罗志江(Andrew Law)先生;欧达诗国际贸易公司(香港)董事总经理陈炳煌(Tommie Satanu)先生等对项目的支持、关心和指导。感谢加拿大钾磷肥研究所成都办事处的谢玲女士在本书编写过程中参与的翻译、校对和录入工作。

Sam Portch 博士是中国平衡施肥的外籍倡导专家之一。在他负责中国项目部期间,为推动中国的平衡施肥与农业发展,他走遍了中国的大江南北,忘我工作,并向政府献计献策,做出了重大贡献。为此,他获得2000年四川省外事办公室颁发的“金顶奖”和2002年国务院颁发的“友谊奖”。今年年底,他将退休离开中国,我们仅以此书献给他。

由于我们水平有限,加之时间仓促,难免存在不足之处,敬请指正。

编 者

2002年10月20日

目 录

水土保持与平衡施肥

经济植物篱种植模式及其生态经济效益研究	(3)
坡地不同水保措施下的平衡施肥研究	(10)
云南旱坡地的养分管理与可持续综合利用研究	(15)

土壤养分肥力特征与养分管理

西南地区平衡施肥研究进展与农业发展	(25)
广东省赤红壤旱地供钾特性及不同种植制的平衡施肥效应	(34)
广西旱地土壤磷素状况和磷肥施用探讨	(39)
广西主要旱地土壤供钾特性的研究	(43)
广西棕色石灰土供钾特性及作物高产施肥管理研究	(51)
硅质土供钾特性及双季稻耕作制中施钾效应与钾素平衡	(57)
西藏主要耕作土壤养分限制因子研究	(63)
重庆郊区酸性菜园土壤养分限制因子比较研究	(72)
重庆市梁平监测村土壤养分含量及空间变异	(86)
重庆蔬菜土壤肥力、施肥和硝酸盐含量现状与对策	(92)

粮食作物的平衡施肥研究

四川省主要土壤类型上水稻和玉米平衡施肥研究	(99)
重庆地区主要土壤水稻磷钾肥效研究	(110)
稻麦轮作和玉 (苕) 麦轮作制中前作不同施氮水平及磷钾分配比例对后作的影响	(115)
西藏扶贫地区平衡施肥试验和示范研究	(124)
农用石灰物质改良云南酸性土壤的效果初探	(130)
不同有机肥比例对提高氮肥利用率的作用	(140)

经济作物的平衡施肥研究

平衡施肥对酸性菜园土壤甜椒产量和品质的效应	(147)
平衡施肥对云南甘蔗产量和品质的影响	(167)
不同氮钾肥配比在海南香蕉上的施用效果研究	(176)
广东甘蔗营养特性及平衡施肥技术研究	(181)
广东名优荔枝营养特性及钾、硫、镁肥效应研究	(186)

广东省专用 BB 肥的农田应用研究	(191)
广东香蕉的营养特性及高产优质平衡施肥技术研究	(197)
广西主要经济作物优质高产高效施肥管理技术研究	(207)
广西主要热带、亚热带水果生产及钾肥效应	(214)
平衡施肥对酸性菜园土壤豇豆产量和营养品质的影响	(221)
贵州高海拔地区马铃薯平衡施肥效益研究	(235)
贵州平衡施肥在蔬菜生产中的应用研究	(244)
海南省胶树营养诊断和配方施肥研究与应用	(252)

水土保持与平衡施肥

“每一个民族的历史将最终写入它保护土壤的历程中”。当一个民族的土壤还很贫瘠的时候，它不可能是一个强国。

罗斯福（美国前总统）

经济植物篱种植模式及其生态经济效益研究

陈一兵 林超文 朱钟麟 何国亚

(农业部“长江上游土地资源利用与保护”重点实验室, 成都)

(四川省农业科学院土壤肥料研究所, 成都 邮编 610066)

摘要: 本文研究了用经济植物篱的形式对四川丘陵坡耕地的治理方法, 提出了经济植物篱农作模式, 并研究出了适合不同立地条件的经济植物篱模式; 对四川丘陵农区坡耕地农作物的平衡施肥问题进行了探讨, 提出了作物高产施肥的配方, 为四川丘陵坡耕地的农业结构调整、农民增收、农业生态环境保护提供了科学的模式。

关键词: 经济植物篱; 径流; 土壤流失; 水土保持

Abstract: The paper studies on the methods of promoting the sloping lands of Sichuan hilly area by using alley cropping and different alley cropping systems have been worked out for various land use. Balanced fertilization of crops on sloping lands in hilly agricultural area in Sichuan has also been researched and rational fertilization recommendation for crops has been suggested. All of these platforms could justify agricultural farming system, increase farmer's income and protect agricultural environment.

Key words: alley cropping, runoff, soil loss, soil and water conservation

1 前言

植物篱农作是 20 世纪 70 年代末, 由尼日利亚国际热带农业研究所 (IITA) 的研究人员提出的。植物篱是农作种植的特殊形式, 并被定义为“在农耕地上以木本植物、灌木 (生长快的豆科类最佳) 和多年生的植物篱形式间以农作物的生产系统” (Kang, 1993)。植物篱带通常以行种植, 间距可宽可窄。其他有关植物篱的提法有: 植物篱套作 (ICRAF 常用), 通道式种植 (斯里兰卡)。在坡地上, 植物篱横坡种植防止水土流失, 因而使用横坡植物篱农作的方法。菲律宾将此技术发展为防止水土流失的系列技术并统称为农耕坡地综合技术。随着 IITA 早期小区研究获得可喜结果, 国际农业研究咨询团 (CGIAR) 的其他国际研究中心, 特别是非洲国际畜牧研究中心 (ILCA) 和农林业国际研究中心 (ICRAF) 纷纷开始植物篱试验示范。直至今日, 植物篱研究项目已形成了独有的特点。近年来, 国内也致力于植物篱和植物护埂技术的研究与试验示范, 在不同生态和地理区, 针对农户的具体需求, 推行适用的植物护埂形式, 取得了一定的经验和成效。但这些技术大多数采用固氮植物、草本植物等, 其重点是生态和社会效益, 没有或很少考虑到植物篱的经济效益。另外, 植物篱及植物护埂的研究和推广还存在以下方面的问题:

(1) 可供选择的植物篱形式特别是经济植物篱形式不多, 技术不完善。植物篱研究在国际上已有 20 年的历史, 但国内对植物篱的研究尚在起步阶段, 试验示范成果还很粗浅。

(2) 推广面积有限。四川地处长江上游, 生态环境质量直接影响中下游地区, 而植物篱的应用因其自身的限制, 推广难度较大, 很难在短期内大面积铺开, 急需政府的大力支

持和推动。

(3) 农户管理水平低。一项新技术的推广,对农户来说,有一个消化吸收的过程,要求农户有一定的文化水平,充分理解该技术的关键所在,并能不折不扣地实施。

四川人口多,对土地压力大,人均耕地仅 0.05ha,对耕地进行掠夺式耕作,加上降雨分配不均,造成坡耕地水土流失逐年加剧。因此,我们认为植物篱和植物护埂是一种较为理想的能同时产生经济和社会效益的农林种植模式。该模式能根据当地的实际情况,选择不同的农林复合模式,最终将在旱坡地上实现持续农业。本试验通过 1997 年—2000 年小区试验和农户地试验,并在川中丘陵区对几种植物篱作了系统研究,为四川水土流失治理和农牧业发展提供了一条新的科学的途径。

2 研究方法

2.1 农户地试验

本试验设在四川省简阳县东溪镇新胜乡,海拔 451m。简阳县地处东经 $104^{\circ}11'34'' \sim 104^{\circ}53'36''$ 和北纬 $30^{\circ}04'28'' \sim 30^{\circ}39'$,面积 $21.88 \times 10^4 \text{ ha}$,耕地 $10.26 \times 10^4 \text{ ha}$ 。年降雨量为 890mm,主要(80%)分布在 6 月至 9 月间。年均温度 17.8°C ,最低 -4°C ,最高 38.5°C 。新胜乡的地貌为浅丘和平坝,平坝坡度约 0~14%,坡地坡度约 15%~30%。本试验包括 12 户农户,该试验的特点是由农户自己来操作,研究人员进行指导。1998 年,另有 23 户农民参加了植物篱的示范活动。这样能使农民自己了解该种植方式的优劣,也非常清楚投入和产出。最后,他们自己也就成了推广员,向大家介绍他们是怎样做的,在地里用了什么,从植物篱种植模式中获取了什么。本试验进行了三种处理。小区面积为 $5\text{m} \times 30\text{m}$,即 150m^2 ,试验地坡度 21%,供试土壤为侏罗纪蓬莱镇组母质发育的棕紫泥,质地沙壤,其化学性质见表 1。

表 1 土壤化学性质

pH	O.M.	Ca	Mg	N	K	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	(%)	----- (mg/kg) -----										
8.0	0.35	498	341	7.8	9.3	11.2	14.1	0.7	1.8	12.9	6.4	1.1

试验处理为:

传统农民种植方式 (T1): 顺坡种植,种植方式为麦/玉/苕 (小区 2)。

植物篱 1 (T2): 横坡种植 + 植物篱,种植方式为麦/玉/苕 (小区 1)。

植物篱 2 (T3): 横坡种植 + 植物篱,种植方式为小麦 + 大麦/玉米 + 黄豆/苕 (小区 3)。

示范小区: 该示范小区包括 9 户农户,他们均采用与小区 3 相同的栽培管理方法。

扩大示范片: 该示范片包括 23 户农户,他们均采用与小区 3 相同的栽培管理方法。

该试验采用红苕品种徐薯 18,6 月进行移栽,密度为 29 000 株/公顷。

玉米品种成单 18 于 5 月 8 日移栽,密度为 52 500 株/公顷,8 月下旬收获。

小麦品种川麦 28 (小区 2 采用绵阳白 10) 播种于 11 月上旬,行窝距为 $23.3\text{cm} \times 13.3\text{cm}$ (小区 2 按农民方式种植),5 月中旬收获。

大麦品种 24-1 播种于 11 月上旬, 间距为 30cm×20cm, 5 月上旬收获。

植物篱带作物为黄花梨和黄花。梨树种植于行间, 间距为 1m, 而黄花间距为 13.3cm×13.3cm (两行为一个植物篱带)。梨树移栽于 1998 年 10 月 18 日, 黄花移栽于 1998 年 10 月 12 日。植物篱宽为 1.3m, 植物篱间距为 5.7m (示范片区为 9.3m)。

不同处理施肥量见表 2。

表 2 不同处理施肥量表 (kg/ha)

植物名称	肥料	T1				T2				T3			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	PM*	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	PM*	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	PM*
玉米		160	120	-	3 000	160	120	-	3 000	160	120	150	3 000
红苕		60	60	-		60	60	-		60	60	65	1 500
小麦+大麦		150	75	-	3 000	150	75	-	3 000	150	75	120	3 000

* PM 表示猪粪水。

2.2 小区试验

小区试验布设在四川省资阳县松涛镇响水村, 坡度分别为 14%、23%、34%。其中高坡度植物篱模式为香根草和紫穗槐, 中坡度植物篱模式为香根草, 低坡度植物篱模式为香椿、梨+黄花、枇杷+黄花。供试土壤为侏罗纪遂宁组母质发育的红棕紫泥, 质地沙壤。试验小区建有自动测流装置, 可进行每一场降雨产生的径流和泥沙的测定。小区面积为 20m×7m。田间作物和施肥同 T3 处理。

3 结果与分析

3.1 高坡度耕地的植物篱模式

在本研究中把坡度在 34%~42% (20°~25°) 之间的地块归为高坡度耕地。由于这类耕地坡度大、土层薄, 水土流失相当严重, 是川中丘陵区的主要侵蚀源, 并且适于在这类土地上栽种的经济林木很少。因此, 这类土地的植物篱建设主要考虑的是生态效益, 即如何减少水土流失。经过初步筛选我们选用了香根草、紫穗槐、坡改梯和农民习惯种植方式 (顺坡种植) 四种形式来作对比研究。植物篱带间距为 6m, 植物篱带宽 1m。从表 3 可以看出, 植物篱能很好地起到水土保持、减少土壤流失的作用。虽然在植物篱刚建成的 1~2 年其水土保持效果不如坡改梯, 但在 2 年以后其水保效果就赶上并超过了坡改梯, 并且对产量的影响比坡改梯少得多。因为植物篱占去农作物的播种面积仅为 10%~15%, 而坡改梯在高坡度条件下可减少作物播种面积 40% 左右。并且通过 4 年的植物篱种植, 坡地的坡度从 36% 降为 27%, 使一个原来坡度较大、坡长较长的坡耕地变为三个较平缓的台地。因此, 在高坡度的耕地上采用植物篱进行水土保持是一种经济、实用且效果显著的方法。

表3 1997年—2000年高坡度耕地植物篱对土壤侵蚀的影响

	土壤流失量 (t/ha)				玉米产量 (kg/ha)			
	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年
(1) 横坡垄作	66.5	78.8	23.6	66.2	2 858	2 801	4 130	21 496
(2) 香根草	30.4	35.3	2.3	1.6	2 718	2 669	3 992	2 084
(3) 比 (1) ($\pm$ %)	-54.3	-55.2	-90.3	-97.6	-4.9	-4.7	-3.3	-16.5
(4) 坡改梯	18.7	21.9	2.8	2.4	1 689	1 625	2 424	1 572
(5) 紫穗槐	34.6	41.5	3.7	2.1	2 648	2 744	3 879	2 124
(6) 比 (3) ($\pm$ %)	85.0	89.5	32.1	-12.5	56.9	68.9	60.0	35.1

3.2 中坡度耕地的植物篱模式

坡度为 26%~34% (15° ~ 20°) 的坡耕地我们称之为中坡度耕地。在这类耕地中,一般选择香根草作为其植物篱作物,但在一些土层较厚的这类耕地上也可选择经济林木作为篱带植物。因此,在资阳的小区试验中,由于土壤是遂宁组发育的沙壤土,我们选用香根草,而在有较厚土层的简阳示范片中选用了梨树+黄花的种植模式。

由于这类坡耕地的土层较高坡度的耕地厚,香根草在种植的当年生长就非常好,每平方米可达到 150 株~200 株分蘖,形成密的植物篱,起到很好的固土拦沙作用,显著地减少了土壤流失(见表 4)。

表4 1997年—2000年中坡度耕地香根草防止水土流失的效果(土壤侵蚀量 t/ha)

时间(年)	1997	1998	1999	2000
传统方式	54.1	68.2	19.0	57.7
香根草	6.1	6.4	0.06	1.0
植物篱($\pm$ %)	-88.7	-90.6	-99.7	-98.3

在简阳示范片,改原有的顺坡垄作为横坡垄作+植物篱(包括建立梨树墙+黄花菜),这种植物篱技术有别于其它多种植物篱技术,是在麦—玉—薯一年三熟制基础上进行的,它是纳入耕作制度中去进行实施的。在这种条件下,既要保持水土、稳住粮食产量,又要大幅度提高经济效益,其难度是很大的。为了协调粮欺果或果欺粮的矛盾,切实做到果树不荫蔽粮食作物,粮食作物也不荫蔽果树,在植物篱两侧 1 米内,大春只栽甘薯或矮秆作物,使梨树和各季粮食作物均能提高光能利用率,协调均衡生长,夺取粮、果、黄花菜三丰收,达到保持水土、稳粮、增果、大幅度地提高经济效益的目的。在植物篱带建立了梨树墙和黄花菜篱笆墙,并采取了相应的高产栽培技术。植物篱带与粮食作物带的间距同旱坡地的坡度相关,为了便于粮食作物安排横坡带状种植,坡耕地的坡度大小不同,其开厢宽度也是不同的。如 0.56ha 植物篱示范地为 15 度左右的坡度,采取了 7m 开厢。其中,每厢中,植物篱带占地 1.3m,梨树占地 1m 宽,株距 1m,每公顷植梨树 1 650 株,梨树品种为优质、高产、高效益的黄花梨;而黄花菜(是很好的多年生、丛生、杆硬、根系发达的水土保持作物)占地 0.3m,株距 13.3cm,栽单行者,每公顷植 12 405 株,栽双行错窝

密植者，每公顷植为 24 810 株；植物篱带之间为粮食作物带，占地为 5.7m。2.17ha 扩大示范区坡度在 10 度左右，顺坡坡长较长，采取 9.3m 开厢的带状种植，其中，植物篱带（黄花梨 + 黄花菜）共占地 1.3m 宽。黄花梨占地 1m 宽，株距为 1m，每公顷植梨树 1 170 株；黄花菜占地 0.3m 宽，株距为 13.3cm，双行错窝密植，每公顷植 22 275 株。植物篱带之间为粮食作物带，占带宽 8m。

表 5 不同处理作物产量 (1997 年—2000 年平均, kg/ha)

作物	顺坡种植	植物篱 + 横坡		植物篱 + 横坡 + K 肥	
	(CK)	实产	比 CK ± %	实产	比 CK ± %
玉米	5 067	4 267	- 15.8	4 833	- 4.6
小麦 + 大麦	2 273	1 960	- 13.8	2 343	+ 3.1
红苕*	2 167	2 534	+ 16.9	3 333	+ 53.8
全年产量	9 507	8 761	- 7.8	10 509	+ 10.5

* 红苕产量已按 5:1 折成原粮。

表 6 不同处理条件下土壤流失量 (1997 年—2000 年平均量, 不包括径流中带走的悬移质)

处理	顺坡种植	横坡种植 + 植物篱	横坡种植 + 植物篱 + K
土壤流失 (kg/ha)	6 474	3 687	3 599
减少土壤流失 (%)	-	43.05	44.41

改顺坡垄作为横坡垄作 + 植物篱（梨树墙 + 黄花菜篱笆），加之改堆堆苕为独垄大厢等的综合作用，1998 年和 1999 年使土壤流失量分别减少 43.05%~44.41% 和 50.5%~54.29%。随着黄花菜的不断发芽生长，形成多苗健壮群体—抗冲刷的植物篱，加之随着梨树枝叶的增多，树冠的层次增加和壮大，减少了雨水对土壤的直接打击，其保持水土的效果将越来越好。

改偏施氮素化肥为配方平衡施肥。针对当地严重的干旱，增施了有机生物钾肥（高度富钾的籽粒苋压青或泡清水）和化学钾肥，提高了玉米和大麦、小麦的抗旱抗病及抗倒伏的能力。试验和示范结果表明，施钾的玉米和大麦/小麦分别比对照增产 14.94% 和 11.68%，每公斤 K_2O 分别增产粮食 4.3kg 和 5.35kg，以大麦/小麦增加的绝对产量较大。

改纯粮食作物型为新型的粮经结合型（粮食作物 + 经济植物篱）。若措施得当预计三年生梨树，每公顷可产优质梨 9 000kg~16 500kg，亩新增产值 1 800 元~3 300 元；四五年梨树进入盛产期，预计每公顷可产 30 000kg~37 500kg，每公顷新增产值 90 000 元~112 500 元。1999 年是黄花菜栽培后的第二年，每公顷产鲜黄花菜 836.25kg~1 728kg，每公顷新增产值达到 3 345 元~6 912 元。2000 年是梨树栽后的第三年，已开始投产，每公顷产量达到 975kg 左右，新增收益 1 950 元左右。该植物篱作物占地很少，但其经济收益却很大（见表 7），并具有很好的水土保持效果。进入盛产期后，其效果更好。

表 7 1997 年—2000 年示范片经济效益对比表 (yuan/ha)

时间 (年)	总投入和纯收入	传统方式	横坡 + 植物篱	横坡 + 植物篱 + K
1997	总投入	5 499	12 375	13 829
	总收入	9 071	7 974	9 332
	纯收入	3 572	-4 401	-4 497
1998	总投入	7 530	8 765	10 205
	总收入	16 677	15 435	18 624
	纯收入	9 147	6 671	8 420
1999	总投入	7 226	8 565	10 005
	总收入	13 245	15 774	18 146
	纯收入	6 020	7 209	8 141
2 000	总投入	7 226	8 565	10 005
	总收入	12 710	15 675	18 147
	纯收入	5 484	7 110	8 142

上述结果表明:植物篱带占地很少,粮食作物带占地面积很大,但是预计,今后占地面积很小的植物篱的经济效益、生态效益和社会效益却比粮食作物带大若干倍,能显著地提高坡耕地的土地综合生产力,是坡耕地发展持续农业的突破性新技术,为农业增产增收,为农民增收致富、发展农村经济、保持水土、改善生态环境探索出了一条有效的新途径。

3.3 低坡度耕地的植物篱模式

在坡度较低的耕地上,研究的重点是筛选经济价值较高的植物作为植物篱建设的材料。因为这类耕地坡度较低,土层厚,土壤流失较少,是高产稳产耕地,适宜多种经济植物的种植。通过研究发现,香椿和枇杷+黄花这两种植物篱模式既能有效地控制土壤流失,同时能产生较好的经济效益。从表 8 可以知道香椿和枇杷+黄花这两种植物篱模式所产生的经济和社会生态效益,这些研究成果为调整农业产业结构,改善农业生态环境,最终实现坡地的持续农业提供了一项具有巨大潜力的措施。

表 8 不同种植模式的植物篱经济效益及其对水土流失的影响

时间 (年)	经济效益和土壤流失	传统种植 (顺坡 ck)	香椿植物篱 (比 ck±)		枇杷+黄花植物篱 (比 ck±)	
1997	总投入 (yuan/ha)	5 677.5	12 975	7 297.5	14 257.5	8 580
	总产出 (yuan/ha)	9 717	9 184.5	-529.5	9 106.5	-610.5
	纯收入 (yuan/ha)	4 039.5	-3 790.5	-8 280	-5 151	-9 190.5
	土壤流失 (t/ha)	31.2	14.6	-53%	7.8	-75%

续表 8

时间 (年)	经济效益和土壤流失	传统种植 (顺坡 ck)	香椿植物篱 (比 ck ±)		枇杷 + 黄花植物篱 (比 ck ±)	
1998	总投入 (yuan/ha)	7 308	8 434.5	1 126.5	8 757	1 449
	总产出 (yuan/ha)	15 205.5	18 958.5	3 753	18 204	2 998.5
	纯收入 (yuan/ha)	7 897.5	10 524	2 626.5	9 447	1 549.5
	土壤流失 (t/ha)	48.1	19.1	-60.3%	2.1	-95.6%
1999	总投入 (yuan/ha)	7 225.5	8 352	1 156.5	8 704.5	1 479
	总产出 (yuan/ha)	12 798	21 813	9 015	18 921	6 123
	纯收入 (yuan/ha)	5 572.5	13 414.5	7 842	10 216.5	4 644
	土壤流失 (t/ha)	10.1	2.3	-77.2%	1.1	-89.1%
2000	总投入 (yuan/ha)	7 225.5	8 052	826.5	8 704.5	1 497
	总产出 (yuan/ha)	12 919.5	20 412	7 492.5	19 086	6 166.5
	纯收入 (yuan/ha)	5 694	12 360	6 936	10 381.5	4 687.5
	土壤流失 (t/ha)	30.5	8.3	-72.8%	2.4	-92.1%

4 结论

长江上游地区坡耕地比重大、人口密集、生产力水平低下、农民经济收入低, 本项目通过经济植物篱技术体系的研究, 将保护和利用坡耕地进行了有机的结合; 以经济植物篱为核心, 首次分别对高坡度、中坡度和低坡度耕地的不同立地条件下多种经济植物篱的组合进行了研究, 提出了适合当地条件的经济植物篱的主体模式; 提出了与经济植物篱配套的丘陵坡耕地种植制度、耕作制度和施肥制度, 为丘陵农区农业产业结构调整探索出了一条经济、适用的道路。经过连续 4 年的科学小区试验和田间示范, 阐明了不同经济植物篱体系对减少坡耕地土壤侵蚀和提高农业生产力的作用。

参考文献

- [1] Jane Carter, 1995. Socio-economic factors influencing alley farming adaptability. ODI, Natural Resource Perspectives, Supplement A to Number 3
- [2] Jane Carter, 1995. Alley Farming: Have resource-poor farmers benefits? ODI, Natural Resource Perspectives, Number 3
- [3] Jane Carter, 1995. The technical performance of alley farming: farmer experiences. ODI, Natural Resource Perspectives, Supplement B to Number 3

坡地不同水保措施下的平衡施肥研究

朱 青 尹迪信 陈正刚 唐华斌 李玉荣

(贵州省农业科学院土壤肥料研究所, 贵州 贵阳 邮编 550006)

摘要: 降水是引起坡耕地上沙土流失的重要因素。在降水集中的月份, 利用经济植物篱和其它促进作物生长增大地表覆盖度等措施来拦截、阻挡沙土流失, 达到有效地防止沙土流失的目的。采取经济植物篱和工程梯化等沙土保持技术结合平衡施肥措施, 可明显地减少水土流失。其减少地表径流作用从大到小顺序为: 金荞麦 + 李子树 + 平衡施肥 > 工程梯化 + 平衡施肥 > 平衡施肥 > 农民习惯; 其减少土壤侵蚀作用大小排列为: 金荞麦 + 李子树 + 平衡施肥 > 工程梯化 + 平衡施肥 > 黄花 + 花椒树 + 平衡施肥 > 平衡施肥 > 农民习惯。试验结果初步表明, 经济植物篱配合平衡施肥可维护坡耕地的可持续利用。

关键词: 贵州; 水土保持; 经济植物篱; 平衡施肥

Abstract: Rainfalls is one of the most important factors causing soil erosion from sloping lands. During rain seasons it is effective to combat soil erosion by using hedgerow cash crops and other factors bettering vegetative growth over the land surface that can shelter soil surface and block soil movement. Hedgerow cash crops in combination with balanced fertilization (BF) /engineering terrace (ET) can remarkably reduce water run-off and soil erosion in an order of polygonum cymosum trev + plum trees + BF > ET + BF > day lily + Chinese prickly ash + BF > BF > farmers' farming practice. It reveals that hedgerow cash crops in combination with balanced fertilization are good practices in maintaining sustainable agriculture on sloping lands.

Key words: Guizhou, soil and water conservation, hedgerow cash crops, balanced fertilization

坡地, 特别是坡度大的旱坡地, 严重的土壤侵蚀和不合理施肥与耕作栽培措施导致土质退化, 被认为是不适合农业生产利用的土地。这样的旱坡地在世界的许多地区, 尤其是中国, 占有很大的面积。随着人口的不断增加, 平台耕地越来越短缺, 迫使人们不得不在坡地开荒种粮, 其结果是加剧了坡地的水、土和养分流失, 作物产量也无法提升, 给生活在这一地区的人民带来了巨大的生存压力。针对这一问题, 通过加拿大钾磷肥研究所的资助, 我们开展了坡地不同水保措施下的平衡施肥效应研究。把三种模式的水保措施配合平衡施肥, 与传统的农民习惯种植方式, 以及单一的坡耕地平衡施肥措施作对照, 探明坡耕地农业可持续发展的新途径。其研究结果表明: 采用经济植物篱横坡种植, 可明显地防止坡地的水土流失。与传统的农民习惯种植方式相比, 可减少土壤侵蚀流失 53.6% ~ 65.5%, 减少地表径流 40.4% ~ 43.8%。经济植物篱配合平衡施肥及合理密植, 可有效地提高坡耕地的玉米产量, 增产可达 31.9% ~ 35.2%, 从而增加农民收入, 对维护坡耕地的可持续利用起到了极大的促进作用。

1 试验材料与方法

1.1 试验地点和供试土壤

田间试验在贵州省罗甸县兴隆乡实施。试验地的坡度为 11.3° ~ 24.3°, 平均海拔