

砂岩山丘区坡地农业可持续发展技术研究

程传民<sup>1</sup>, 徐桂华<sup>1</sup>, 吕学芹<sup>1</sup>, 陈赫男<sup>1</sup>, 李洪波<sup>1</sup>, 陈 凯<sup>2</sup>

(1. 山东省泰安市水土保持科学研究所, 山东 泰安 271000; 2. 山东省泰安市岱岳区水务局)

摘 要: 砂岩山丘区坡地粗放生产是引起水土流失, 导致农业资源退化和生态环境恶化, 影响农业可持续发展和山区综合开发建设的重要制约因素。通过对多年试验数据与调查资料的分析整理, 探讨出了砂岩山丘区坡地农业可持续发展技术体系。通过整个技术体系在试验区的研究与推广, 改良了坡地地力, 使有机质含量提高了 33. 3%, 速效氮、速效磷、速效钾分别提高了 66. 6%、83% 和 53%, 实现了土地升级, 使之接近了旱肥地水平。同时生产条件的改善, 使试验期末小麦/花生的经济效益达到了坡耕地传统连作一熟制花生的 2. 99 倍, 堰边经济开发( 10 年期) 综合增收效益增加了 6 倍左右, 取得了显著的生态、经济和社会效益, 对于促进砂岩山丘区坡地农业资源合理开发利用, 改善农业生态环境, 实现土地的持续开发利用和持久稳定增收, 保证区域经济和生态经济的协调发展具有重要的意义。

关键词: 砂岩; 坡地; 农业可持续发展

中图分类号: F301. 24 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2004) 02-0150-03

Research on Agricultural Sustainable Development  
Technique of Hillside Fields in Sandstone Hilly District

CHENG Chuan-min<sup>1</sup>, XU Gui-hua<sup>1</sup>, LU Xue-qin<sup>1</sup>, CHEN He-nan<sup>1</sup>, LI Hong-bo<sup>1</sup>, CHEN Kai<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil and Water Conservation Science, Taian 271000, Shandong, China;  
2. Water Consrtvancy Bureau of Daiyue Disrtict)

**Abstract:** Extensive production on hillside fields of sandstone hilly area causes soil and water loss, which leads to degradation of agricultural resources and degeneration of eco-environment and agricultural sustainable development. Through years' experimental data and analysis of investigation, the technological system of agricultural sustainable development in this area is given. With the spread of the technological system, soil was ameliorated, organic content increased by 33. 3%, readily available nitrogen, readily available phosphorus and readily available potassium raised by 66. 6%, 83% and 53% respectively. Meanwhile, the improvement of productive conditions makes the economic benefit of wheat / peanut at the end of experiment match the 2. 99 times of benefit of peanut cultivated in succession using traditional method, the comprehensive benefits of the development of weir increased 6 times, having made great ecological, economic and social benefits. It is of great importance for reasonable use of agricultural resources, improving agricultural eco-environment, sustainable use and development of land, increasing income and ensuring the harmonious development of regional economy and ecological economy.

**Key words:** sandstone; hillside fields; agricultural sustainable development

1 前 言

山东省东部丘陵区和中南部山地丘陵区, 土壤多为花岗、片麻岩风化而成的粗砂土, 当地俗称砂岩山丘区。砂岩山丘区面积为 53 356 km<sup>2</sup>, 占全省总面积的 34. 8%。区域内坡地集中分布在 5 ~ 15 的坡面上, 坡面垦殖指数 30% ~ 40%。其土壤土层薄, 厚度在 20 cm 左右, 砂砾含量高, 胶体性差, 抗蚀、抗冲性较低, 水土流失严重, 年侵蚀模数 8 000 ~ 10

000 t/km<sup>2</sup>, 有机质含量 0. 5% ~ 0. 7%, N、P、K 含量分别为 0. 035%、0. 030% 和 2. 04%, pH 值为 5. 8。种植制度为花生一年一熟传统连作制, 产量平均 1. 5 t/hm<sup>2</sup>, 生产特征为“旱、薄、瘠、低”, 属旱薄地类型。

多年来, 由于坡地(旱薄地)粗放耕作和连续利用, 不仅经济效益极低, 且导致农业生态环境进一步恶化, 严重制约着区域经济开发和山区农业持续发展。1996 ~ 2001 年, 我所从山区区域经济建设开发和坡地农业可持续发展的形势要求出

<sup>1</sup> 收稿日期: 2003-11-20  
作者简介: 程传民(1972- ), 男, 山东省东平县人, 所长、工程师, 1994 年毕业于山东农业大学, 主要从事水土保持科研、技术咨询与管理等工作, 参加课题 3 项, 发表论文 10 余篇。

发, 利用 6 年的时间, 开展了“砂岩山丘区坡地农业可持续发展技术研究”, 在耕作、施肥、种植等关键技术上取得了突破, 达到了土地升级和不断提高土地生产力的目的, 实现了农业经营方式的“两个根本性转变”, 推动了当地生态农业和农业产业发展, 为水土流失治理和农业产业化提供了科技支撑。

## 2 技术途径

### 2.1 耕作技术

合理的土壤耕作是旱地轮套复种、抗旱增收的基础。试验中得知, 合理的耕作措施, 其突出的功效在于疏松表层土壤或压实耕层, 减少水分蒸腾散失, 最大限度地积蓄降水, 提高作物对土壤贮水的利用率, 使根系充分发展, 扩大其吸收营养范围。根据适生作物的特征和吸水特性, 必须为其培育一个排水良好, 土层深厚肥沃, 通透性好, 疏松不板结的土壤环境, 才能保证作物需求的水、肥、气、热等生态条件。

#### 2.1.1 坡改梯

坡改梯是坡地治理开发的基础工程。水平梯田能够减缓坡度, 缩短坡长, 分层拦蓄, 强化入渗, 消除坡度因素对水土流失的影响, 因此, 只有搞好以坡改梯为中心的农田基本建设, 优化田间保水蓄水配套技术, 改善农业生产条件, 才能为旱作农业可持续发展奠定物质基础。特别是在人口环境容量日益加大的国情下, 坡改梯更是最佳途径, 尤为重要。6 年试验结果表明, 窄面(5~8 m, 土堰)旱作水平梯田, 较之坡地减流效益 80%, 减沙保肥效益在 85% 以上, 汛期土壤含水率提高 28% 以上, 提高土地利用 40% 左右, 单产提高 30% 以上。以上试验数据充分证明, 水平梯田这一田间保水蓄水最佳措施, 促进了土地“升级”, 提高了土地和有效水的生产利用潜力, 改善了农业生态环境, 从而实现了农业稳定持续增产。

#### 2.1.2 深、浅耕结合

干旱年份适当浅耕(浅耕调节土壤水分的机理有利于保墒), 耕深不宜大于 15 cm; 雨水匀调的年份深耕(深耕利于雨季蓄墒), 耕深不宜大于 30 cm, 并结合施肥, 耕后耙耨保墒。试验证明, 非干旱年份深耕较浅耕者提高土壤含水率 28%, 土壤容重降低 8.4%, 土壤总孔隙度提高 13%。花生、地瓜对深耕有良好的反映, 增产率达 23.2%~34.8%。小麦干旱年份播前浅耕者增产效果为 6.4%, 大于深耕的 3.4%。但在雨水充足年份, 浅耕者不及深耕者增产效果好, 少 20% 以上。

旱地小麦土壤耕作还应注意播后土壤表层镇压, 使疏松耕层达到适宜的紧实度, 降低干土层, 减少耕层大孔隙度, 蒸发散失少, 可提前出苗和提高出苗率, 据试验, 表墒提高 2.1%, 出苗率提高 35%, 增产 11%。

#### 2.1.3 深翻活土层

旱肥地对土层厚度有一定的指标要求, 据试验, 山区旱地小麦土层厚度达 60 cm 以上, 才容易获得稳定产量。通过深翻活土层, 使耕层加厚, 土层松散, 扩大了“土壤水库”容

积, 既有利于贮水保墒, 补偿秋水冬用; 又能改善通气性, 加快有机质的矿化速率, 促进团粒结构形成。土层加深以 40~60 cm 为宜。在深翻土层耕作中, 应增施底肥, 防止当年减产。据对比试验资料分析, 深翻土层达 40 cm 以上者, 增产作用可持续 3 年, 比对照(只浅耕 15 cm 者)土壤容重减少 17.5%, 总孔隙度提高 8.8%, 土壤含水率提高 25%, 小麦增产 50% 左右, 花生增产 30% 以上。

#### 2.1.4 秸秆覆盖蓄水保墒

秸秆覆盖可降低雨滴击溅和土层板结, 保护表层土壤, 提高降水入渗, 隔断蒸发表面与下层土壤毛细管的联系, 减弱土壤空气与大气之间的交换强度, 有效控制土壤无效蒸发。秸秆覆盖技术, 干旱季节可以保墒, 多雨季节可以蓄水, 已成为砂岩山丘区农田蓄水保墒的重要技术措施。试验分析证明, 较对照(无覆盖)可增加, 贮水量 50 mm 以上, 作物水分利用率提高 2.0 kg/(mm·hm<sup>2</sup>)。

#### 2.1.5 改革耕作制度

科学合理的用养结合耕作制度, 即在不断提高耕地的产出水平的同时, 达到土壤肥力条件的不断改善和协调发展, 促进耕地的持续利用和稳定持续增产, 有利于挖掘农业资源的生产潜力, 快速实现旱作农业的可持续发展。根据试验研究, 坡地深入开发的用地养地制度要抓好轮作、间套复种技术。轮作能调节土壤养分、水分供应, 改善土壤理化性状, 恢复地力和消除连作带来的作物生长不良, 产量降低, 品种退化, 品质变劣和病虫、杂草蔓延等危害。试验结果表明, 花生连作引发的根腐病使单产减少 20% 以上, 土壤的含磷量严重不足。花生、甘薯三个轮作期试验结果表明, 轮作比连作年平均增收 30%~40%。在轮作培肥地力的基础上, 再改制为间套复种, 以充分提高土地与光、热、水资源的利用率和产出率。试验中得知, 间套复种是时间上的集约种植, 又是合理利用农业资源、提高单位面积产量和农业持续增产的重要途径。复种增产的机理在于延长了光合时间, 充分发挥了农业资源的生产潜力, 扩大了土壤碳素循环, 促进了农田物质循环、粮经作物和工副业生产的结合, 使之全面协调发展。根据试验区的热量、水分、地力与经济技术条件和试验对比, 优选出一年二熟制的小麦/花生作物组合的复(套)种模式。同时对对比试验中也得知, 宜优先选取阳坡半阳坡中下部老梯田推广应用为好。试验期末较坡地连作花生提高收益 2.99 倍。

### 2.2 施肥技术

在合理耕作、充分积蓄和保持土壤水分基础上, 增施肥料、改善营养、“以肥调水”是增强作物对水分利用能力、提高降水利用率的关键。据试验, 增施肥料与水分利用率成正相关。

#### 2.2.1 花生、甘薯施肥技术

在施肥期, 应坚持以基肥为主、追肥为辅的原则。在肥种搭配上, 应坚持有机、无机结合, 以农家肥为主、化肥为辅的原则。轮作期强调 N、P、K 配合施用, 关键是施足基肥(应占总施肥量的 80%), 以提高地力, 这是花生、甘薯增产的关键。做基肥用的有机肥, 以圈肥或腐熟的秸秆、杂草沤制。甘

薯较喜钾,也可用草木灰做种肥(伴秧肥)。据试验,基肥必须深施 25 cm 以上,有机肥 30 000 kg/hm<sup>2</sup>,N、P、K 化肥施用量花生分别为 120 kg/hm<sup>2</sup>、150 kg/hm<sup>2</sup>、90 kg/hm<sup>2</sup>,甘薯分别为 150 kg/hm<sup>2</sup>、90 kg/hm<sup>2</sup>、300 kg/hm<sup>2</sup> 为最佳。与对照区对比分析,6 年平均提高有机质 0.36%,产量提高 40% 左右。其追肥施用技术须注重花生、甘薯需肥规律分期施肥,以前期为主,后期为辅。追肥以化肥为主。花生追肥纯 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 分别为 30 kg/hm<sup>2</sup>、375 kg/hm<sup>2</sup>、22.5 kg/hm<sup>2</sup>,甘薯为 37.5 kg/hm<sup>2</sup>、22.5 kg/hm<sup>2</sup>、75 kg/hm<sup>2</sup> 为最佳施肥量。早追相对提高产量 12.8%~25.9%。

2.2.2 小麦/花生施肥技术

旱地小麦施肥既要考虑当季小麦的增产,又要考虑培肥地力,因此,小麦施肥技术应掌握有机无机配合施用。旱地麦田一般有机质含量低,应增施有机肥,同时也要增加 N、P 化肥的投入,以无机换有机,扩大有机物质的循环基础。有机肥作基肥施用,一般每公顷施优质圈肥 3.0~3.75 万 kg,结合小麦播前施用。由于旱地多 N、P 养分失调、严重缺磷,增施磷肥增产效果显著,氮、磷配合施用,其互作效应更为显著。据试验,氮、磷合理比例以 1:1 为好,以每公顷施纯 N 75 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 75 kg 增产效果最宜。同时在试验中发现有机、无机(氮、磷)配合作底肥施用,在耕翻时一次性翻入,增产效果最明显。对于套种花生,也应施用基肥,在行间开沟施优质圈肥 15 000 kg/hm<sup>2</sup>,过磷酸钙 450~600 kg/hm<sup>2</sup>,标准氮肥 225~300 kg/hm<sup>2</sup>,还应结合套种施用种肥。从对比试验中得知,中肥旱地上增施有机肥产量翻番,配合增施 N、P 肥产量提高 1.74 倍。

2.3 作物品种更新技术

良种具有明显高抗、高产、优质等特性,更换良种是轮套复种作物持续增产,提高品质的物质基础。从作物生态特性看,花生喜生茬,不耐连作,甘薯、小麦较耐连作。但常年播种地方品种,其丰产性状也有明显降低。据试验,轮作期花生更换耐瘠、耐旱高产的白沙系列品种,复种更换如鲁花 14 号及其它早、中、熟品种;甘薯更换丰薯系列品种;复种期小麦选用抗病、分蘖力强、成穗率高、结实力强的丰产品种,如鲁麦 18、鲁麦 21 等早中熟品种。试验结果表明,轮作期更换品种较传统常规品种增产率为 75%~50%,复种期试验期短,其增产率只有 50% 左右。

2.4 堰埂经济开发

随着水土保持综合治理开发和商品经济发展,堰埂经济开发也成为其重要组成部分和优化措施。实践证明,优质高效的堰埂经济开发,为旱作农业的可持续发展培育了新的经济增长点,并注入新的活力。

2.4.1 优化布局、结构

根据小地域小气候构成的有利生态环境,结合作物的生态学特性,因地制宜,适地适树(草),合理布局,集中连片,形成规模区域种植开发。试验区堰埂配置结构,选用抗性较强,

速生丰产的香椿、花椒、黄花菜等,其共同的生态特性为喜温、喜光、适应性强。在布局 and 定位配植时,优先将香椿、花椒配置在阳坡、避风的梯堰上,满足其对光照、热量生态条件的需求;黄花菜也选择具有温度和日夜温差大优势的阳坡半阳坡梯堰上配置,满足对温度和温差特殊生态环境需求。

优化结构,必须实现立体种植,其形成的不同生态位,可以充分利用光、热、及水土资源,提高土地的产出率。试区配置香椿、黄花菜、花椒、黄花菜立体种植结构和林草作物共生的生产格局,借群体优势,达到提高产量,增加效益的目的。试验证明,实行生态立体种植,较之单种单行纯作,不但产量倍增,且利于持久稳定增产。分析结果表明,优化结构较单种单行纯作,为堰埂治理开发提高经济效益 105%。

2.4.2 更新品种

根据早实、丰产、优质、高抗等优良品质特性要求,试验对比结果认为:香椿更新品种以红香椿、褐香椿为主;花椒以伏椒、油椒为佳;黄花菜则以大鸟咀及长咀子花为宜,上述更新品种实现了早实、丰产、味香纯正、色泽鲜艳、品质好、适销对路,不但提高了效益,且打开了销路,具有市场竞争力。更新品种为堰埂经济开发增加经济效益 45%。

2.4.3 集约管理

堰埂经济高产高效开发,必须实现由粗放型向集约型生产经营方式转变,增加投入,特别要增加科技投入,提高科技含量及其贡献率,促进产量、品质的提高,争创名优,占领市场。集约管理措施除应重视整地方式、适当密植和增施肥料外,试验分析认为,更有利于增产和提高品质的管理措施是整形修剪。如香椿修剪技术可概括为:2 m 定干后,通过 3 年定型修剪,保留一级侧枝,形成合理丰产的采摘面,再通过逐年采芽整形,促发短枝,5 年就达到丰产型,比放任生长者增产 50% 以上。花椒喜光,发枝力强,壮枝座果好,故对修剪非常敏感。合理修剪技术,其一是适期修剪,据试验以采椒季节为好,有利于改善光照条件,提高光合效能,积蓄养分,充实花芽,促进分化和缓和树势,不易萌发徒长枝;其二是优选丰产树型,据对比试验以自然开心形为佳,树冠开张,光照充足,枝条充实,有利生长、结实和采收;修剪过的植株长势旺,果穗多,果粒大,增产 40% 以上。黄花菜的修剪技术,采收完毕,将衰老枯萎的花薹和叶片剪去,减少水分养分消耗,愈早愈好,试验中发现,黄花菜对修剪亦有良好反应,增产率在 20% 以上。

3 结 论

在砂岩山丘区开发治理坡地,注重提高天然降水利用率技术中保蓄水和合理用水措施的优化、旱作农业耕作制度改革,种植结构调整、坡改梯和轮、套复种等技术的应用。搞好堰埂经济开发,加大科技投入等技术措施是改善生态环境,确保生态农业可持续发展的有效途径,必须下大力气在砂岩山丘区大力推广应用。