

陕西省不同类型退化土地可持续管理 关键技术选择与示范推广

白立强,任宏涛,梁振山,李 智,王友利,苟高创,尚文字

(中国/全球环境基金防治土地退化项目管理办公室,西安 710082)

摘 要:分别以眉县、礼泉县、神木县为对象,研究了渭河谷地农业生态功能区、渭北黄土高原丘陵沟壑水土流失重点控制生态功能区、长城沿线风沙草原生态区等三个陕西省土地退化功能区地力恢复与培育技术体系及其示范推广方法与成效,总结提出了 11 项土地可持续利用管理关键技术示范推广模式,对于陕西省土地可持续管理具有一定的示范参考价值。

关键词:陕西省;退化土地;恢复;技术体系;推广模式;可持续管理

中图分类号:S156

文献标识码:A

文章编号:1001-2117(2018)06-0001-13

Demonstration and Extension of Sustainable Management Techniques for Different Types of Land Degradation

BAI Li-qiang, REN Hong-tao, LIANG Zhen-shan, LI Zhi,

WANG You-li, GOU Gao-chuang, SHANG Wen-yu

(PRC-GEF Project Office to Combat Land Degradation, Xi'an, Shaanxi 710082)

Abstract: With Mei County, Liquan County and Shenmu County as study case, land restoration and development techniques for three types of degraded land located in Wei River basin as ecological agricultural area, in hilly and gully loess plateau as soil and water erosion control area, grass land along Great Wall as windy and sandy ecological area were demonstrated. Eleven key sustainable land management techniques were summarized for demonstration and extension, valuable reference for the provincial land sustainable management.

Key words: Shaanxi Province; degraded land; restoration; technical system; extension model; sustainable management

陕西是我国土地退化比较严重的省份之一,严重的土地退化,威胁了陕西省的生态安全,制约了陕西省社会经济的可持续发展^[1]。为了更加有效地应对气候变化、加强可持续土地管理,中国西部适应气候变化的土地可持续管理项目,从 2016 年 1 月至 2019 年 1 月,通过在渭河谷地农业生态功能区、渭北黄土高原丘陵沟壑水土流失重点控制生态功能区、长城沿线风沙草原生态区等 3 个陕西省土地退化功能区,选取有典型代表性的眉县、礼泉和神木 3 个县(市),进行绿色发展(眉县)、生态补偿(礼泉)、公私伙伴关系(神木)等试点,实施适应气候变化的可持续土地管理技术措

施,总结推广先进技术,恢复退化土地、改善人民生活、生活条件,增加农民经济收入,示范带动陕西经济可持续发展。

1 陕西省主要土地利用类型区土地退化现状及存在主要问题

《陕西省生态功能区划》^[2]依据生态地域特点、生态系统服务功能的重要性和生态问题的敏感性,将陕西省划分为长城沿线风沙草原生态功能区、黄土高原农牧生态功能区、渭河谷地农业生态功能区、秦巴山地落叶阔叶和常绿阔叶混交林生态功能区等 4 个一级生态功能区,前三个功能区主要包括

收稿日期:2018-10-08

基金项目:中国/GEF 防治土地退化陕西项目。

作者简介:白立强(1963—),男,陕西岐山人,正高级工程师,主要从事造林及荒漠化防治工作。

秦岭以北的关中和陕北地区,其土地退化的表现形式主要是水土流失、土地沙化、土壤盐渍化、土壤肥力下降、草场退化、森林退化、水源涵养功能下降、湿地退化、生物多样性退化等,给全省的生态安全、经济和社会发展带来严重的危害。

陕西省长城沿线、黄土高原、渭河谷地等三个主要土地利用类型区土地可持续发展存在的问题主要表现为:农民经济林(苹果、猕猴桃、杏等)丰产栽培技术措施掌握不全、不准,管理时很少虑及生产条件和需要,经营水平差异大,产量不稳,收入差异大;土壤结构破坏、板结严重,土地生产力低,化肥使用过量,绿肥、农家肥等有机肥用量极少,土壤有机质严重缺乏,土地退化严重;连作障碍及病虫害严重,苹果及猕猴桃树体早衰,叶黄化严重,早封顶,结果期明显缩短,影响果品品质和产量;林果销售仍以传统市场销售为主,市场小,销售能力有限,费力费时,售价低,增产不增收现象严重,无法推进农户收入稳步增加;很多农村严重缺水,土厕脏、乱、差、臭,养殖场、屠宰场形成的大量污染物不经处理随地排放,污染空气、土壤和水源,农民生产、生活条件恶劣,农村环境保护与改善压力大,成为农民生活质量提高的最大障碍;陕北黄土高原、毛乌素沙漠等地带,森林覆盖率较低,生态环境治理难度大,林草覆盖率虽达

38.4%,但以灌木林为主,森林生态服务功能低下,生态环境十分脆弱,二十多年来大量开采煤炭,生产生活资源与环境受到极大负面影响,对维护生态环境质量和土地生产力构成极大威胁。

2 陕西省主要退化土地类型可持续利用管理关键技术选择路线

根据项目要求和陕西省主要退化土地类型可持续利用管理技术存在的主要或关键问题,该项目遵循的原则是,坚持问题导向,探明影响项目目标实现的几个关键问题;利用参与式规划,结合 IEM(综合生态系统管理)理念^[3-5],做好实施方案;多部门协作、跨学科实施,充分发挥 GEF 项目种子资金作用,做好与同类项目的相互融合;项目实施与新农村建设相结合、与生态旅游相结合、与环境保护相结合、与绿色发展相结合;以生产活动为基础,充分体现 GEF 项目种子作用,做好示范总结;利用专题研究,提供相关数据和技术支撑,通过培训进行大范围宣传推广。

可持续土地利用管理关键技术选择应遵循的原则是切合实际,易于操作推广,同时还应该具有生态性、低碳性、经济性、公平性、和谐性(渐进性)、安全性及可持续性(适应性)。可持续土地利用管理关键技术选择路线如图 1 所示。

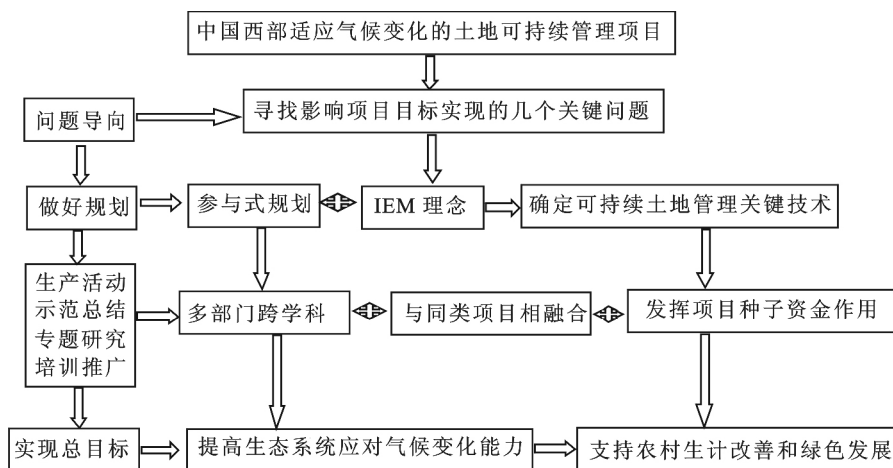


图 1 退化土地可持续利用管理技术选择路线

3 陕西省不同主要生态功能区退化土地地力恢复技术与管理体

3.1 秦岭北麓丘陵及关中平原南缘果园退化土地地力恢复技术及示范点(眉县)建设

3.1.1 眉县猕猴桃园退化土地地力恢复与培育技术体系 猕猴桃果品生产与加工是眉县、周至

等区县秦岭北麓及边山地带栽植面积最大、也最具竞争优势的主导产业,二十多年来持续的化肥、农药、机械等高投入和果品高产出,土地地力出现下降趋势。为恢复培育地力,保障猕猴桃果品优质高产和农户经济收入持续增长,根据土地利用状况、当地农民生产技术水平及习惯、生产投入能力等,选择眉县作为示范点,经过对现有技术的对

比分析,主要选择和实施了九项技术(图 2)。

(1) 猕猴桃枝蔓还田技术,解决土地退化关键问题

眉县猕猴桃生产中既存在土壤有机质严重缺乏,又存在猕猴桃生产中,修剪产生大量的枝条需要运输清理,现有技术无法利用或经济价值不高,

过去一直堆放于田间地头或深埋地中,自然腐烂缓慢(腐烂期一般超过 3 a),既影响耕作,又可能造成病虫传播。进行猕猴桃枝条碎屑沤肥不但能提高土壤有机质含量,改善土壤结构,还能改善猕猴桃园卫生和生作业环境,灭杀修剪枝条所携带的病虫。

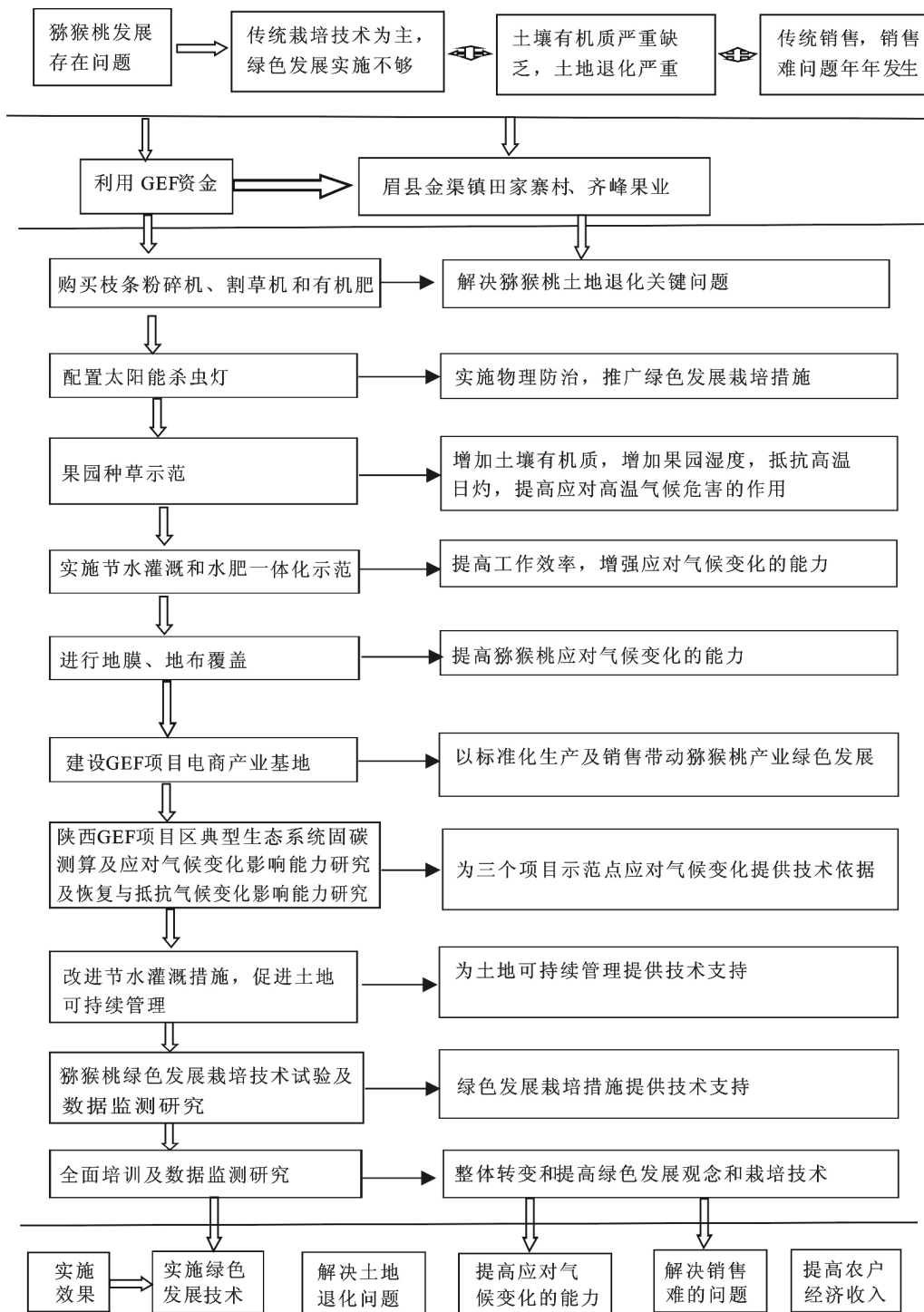


图 2 眉县示范点技术体系框架

猕猴桃枝条碎屑堆肥技术利用微生物产生 55~65 °C 的高温(7~10 d)杀灭粉碎枝蔓中残存

的病菌、虫卵,实现物料的无害化处理;利用微生物产生的纤维素、半纤维素酶,淀粉酶、糖化酶降解枝蔓,完成粉碎物料的矿质化和高腐殖化过程,实现物料充分降解和完全腐熟,将粉碎枝蔓完全熟化制成纯天然有机肥。陕西省微生物研究所检测结果显示,猕猴桃枝条碎屑经 2 月(2016 年 1 月 22 日—3 月 25 日)堆沤,细菌总数达到 3.2×10^9 (CFU · g⁻¹),霉菌和酵母菌总数 4.3×10^7 (CFU · g⁻¹),枯草芽孢杆菌总数 3.2×10^7 (CFU · g⁻¹),完全符合 GB2087—2006 农用微生物菌剂标准要求;2016 年 4 月初 0.24 hm² 猕猴桃园施用 10 m³ 猕猴桃枝条碎屑堆肥,与对照(未施堆肥)相比,果品产量提高 5 100 kg · hm⁻²。猕猴桃枝条碎屑堆肥增产的示范效果,带动村民自发购买粉碎机,持续实施猕猴桃枝蔓还田。

(2) 配置太阳能杀虫灯,实施物理防控害虫和绿色发展

利用太阳能杀虫灯灭杀害虫,每盏杀虫灯控制 1.3~2 hm² 猕猴桃园,每晚平均可诱杀害虫数量约 20~40 头,一个生产季可减少化学防治害虫次数 4 次。

太阳能杀虫灯杀虫谱广,诱虫量大,诱杀成虫效果显著,害虫不产生抗药性,对人畜安全;光控、时控结合,无需人工操作,确保安全正点工作;高压电击网电极间距设计较小,草蛉等大型天敌被误杀的几率很低(一般不超 4%),最大限度地保护了天敌;可在城镇生活环境、农林业生产、自然保护区管理等领域应用,适用范围广;一次性投资,多年受益;造型美观,既可杀虫,也可夜间照明;安装简单,使用方便

(3) 果园种草,提高果园应对高温气候危害的能力

在猕猴桃园行间,种植红三叶、白三叶、高羊茅、麦冬草、箭舌豌豆等几种常见果园生草,利用其生长竞争力强,株高较低,可控制田间杂草尤其是生长旺盛、与猕猴桃争水争肥激烈、严重影响田间通风透光的株型较高杂草,减少用工和因中耕除草、践踏园地引起的土壤结构破坏。实践表明,果园种草主要有三方面优势:提高果园土壤有机碳含量和碳储量,一般猕猴桃园套种果园生草,产草量为 1 500~2 200 kg · hm⁻² (鲜重),作为绿肥深翻后,可提高土壤有机质含量;改善土壤结构状况,一是通过增加土壤有机质含量和微生物量,增

强土壤团聚体的稳定性,改善土壤结构,二是通过草层降低人工作业时践踏对土壤结构的破坏。土壤结构的改善可以增强土壤通气透水性、蓄水保肥能力;增加猕猴桃园植物种类多样性,增强果园对高温等不良气候的抗逆能力。

(4) 猕猴桃果园覆盖技术

新植果园行间地膜覆盖,栽植 3~4 a 后刈割或收集作物秸秆、树叶等有机材料,覆盖于行间和树盘,覆盖厚度为 15 cm 左右。

经调查,猕猴桃果园覆盖优势主要表现在三方面:提高猕猴桃园土壤含水率,减少灌水量,经测定,在春旱较为普遍的秦岭北麓,3—4 月猕猴桃萌动生长期,覆盖与对照(不覆盖)相比,0~100 cm 土层平均含水量为 16.55%,较不覆盖地平均含水率 14.01% 高 2.54 百分点;0~200 cm 土层平均含水量为 20.78%,较对照提高 2.75 百分点,一般每年可减少灌溉次数 2 次,可节约灌溉水 400 m³ · hm⁻² · a⁻¹;抑制杂草生长,减少中耕除草次数,经调查,与对照相比起垄覆盖模式下,猕猴桃园杂草得以完全控制,不再进行除草,节约了成本;改善土壤结构,经调查,覆盖地土壤 0~30 cm 土层土壤容重为 1.40 g · cm⁻³,比不覆盖的 1.53 g · cm⁻³ 降低 9.3%;春季晴朗天气 0~30 cm 土层 6:00—18:00 平均土壤温度覆盖地为 25.8℃,对照不覆盖为 27.0℃。夏季高温季节 7 月份覆盖平均为 24.46℃,对照为 29.19℃。

(5) 水肥一体化施用技术,节水增效,增强果园应对气候变化的能力

按照技术操作规程,采用定量施肥、覆膜滴灌等水肥一体化措施,利用气象站、物联网等监测设施,以 10 d 为一个周期进行循环检测,采集气象、土壤水分等相关数据,远程监控抗旱与节水情况,并根据土壤墒情和养分状况,实施以节水灌溉设施为支撑的水肥一体化技术,也为建立“节水灌溉+果农”托管模式、推动区域性节水灌溉示范、促进猕猴桃绿色发展积累实践经验。

水肥一体化覆膜滴灌技术优势:改善土壤环境状况,可使作物在边际土壤条件下正常生长,利于作物提高抵御风险的能力;应用微量元素管道施肥,肥料利用率提高 10%~15%,达到快速吸收养分的效果;每次灌溉节水 5.0~7.5 m³ · hm⁻²,灌溉费用节省 1/3,作物增收 15% 以上。因此,在干旱时有发生的关中平原南部实施水肥一体化灌溉,可以保障猕猴桃健壮生长,促进农田

可持续管理,实现节水增效。

(6)建设 GEF 项目电商产业基地,以销售带动猕猴桃产业绿色发展

按照 GEF 项目要求,选择了在眉县、甚至全省有影响力、社会责任心强的企业——眉县齐峰富硒猕猴桃专业合作社,设计了电商平台项目,目的就是发挥大企业的引领作用、帮助其建立互联网,实施网上宣传、网上销售,以销售促进产业发展,带动农民致富。

设置和运用服务器、LED 显示屏、电脑、电子商务软件、营销软件、财务管理软件、企业采购云系统软件等,与该公司现有果品分选系统配套,建成了“眉县 GEF 项目电商产业基地”,形成了“互联网+农资”“互联网+果园托管”“互联网+网店”模式,集果品分选、销售、装箱为一体,以销售带动栽培,带动全县猕猴桃产业的大发展^[6]。

3.1.2 眉县退化土地地力恢复培育与管理技术示范推广 眉县猕猴桃园退化土地地力恢复培育与管理技术主要通过 3 种方式进行示范推广。

(1)企业带动

选择管理规范、社会影响好、经营规模较大、具有代表性和示范引领作用的眉县猕猴桃销售和龙头企业——齐峰富硒猕猴桃专业合作社,根据果品销售最新技术方法和手段,围绕恢复地力和促进农民增收总目标,通过基于“互联网+”的技术服务、农资供应、果品收购等途径和方法进行示范推广。

(2)建立猕猴桃园综合绿色栽植管理技术示范村

选择农户猕猴桃栽植技术较好、接受新事物热情高、代表性强的村(田家寨村),实施猕猴桃园绿色栽植综合管理技术,通过应用新技术的效益示范作用,带动综合栽植技术推广。

(3)技术培训讲座

由项目参与单位、眉县果业局等政府管理部门,通过举办讲座、微信传播等方式,对农户进行技术培训,提高、规范、统一和推广猕猴桃优质高产高效栽植技术。

3.1.3 眉县猕猴桃园退化土地地力恢复与培育技术示范成效

(1)退化猕猴桃园地力恢复

经走访调查,采用眉县猕猴桃园退化土地地力恢复与培育技术的农户、企业、合作社等,在化肥施用量降低的情况下,果品在质量提高的同时,

产量没有降低或略有提高,土壤结构等耕作性状明显改善,表明眉县猕猴桃园地力退化趋势得以遏制并逐步恢复提高。

(2)技术实施单位经济效益明显

GEF 项目电商产业基地——齐峰富硒猕猴桃专业合作社,销售额从 2015 年的 2 400 万元,增加到 2106 年的 7 300 万元,2017 年的 1.2 亿元,2017 年电商平台网络零售已占公司总销售量的 43%,2018 年销售额预计将超过 1.5 亿元,合作社经济效益大幅提升。田家寨村创新示范点农民人均猕猴桃生产经营纯收入已经由 2013 年的 11 696 元,提高到 2017 年的 17 325 元;项目堆沤有机肥技术,先后在眉县、岐山县 20 个村猕猴桃、葡萄园内推广 27 次,堆肥 4 185 m³,施用面积 134 hm²,增产 1 500~5 100 kg·hm⁻²、平均 2 505 kg·hm⁻²。齐峰合作社直接带动眉县 20.1×10³ hm² 猕猴桃园才采用标准化种植技术,使全县 20 万农户直接受益。

(3)创新猕猴桃规范化栽植管理技术

①猕猴桃优质果品生产技术规范

规定了出口猕猴桃栽培的生产目标、标准化建园、果园辅助管理、施肥管理、水分管理、整形修剪、疏蕾、定果和套袋、充分授粉、病虫害防治、采收、自然灾害预防等技术规范。

主要技术内容为,园址选择在地势开阔、避风向阳、土层深厚、土质疏松、有机质含量高、土壤 pH 值 6.5~7.5 的地段。品种以徐香为主,搭配海沃德、翠香、红阳、农大金猕、金香、软枣、毛花等,株行距 2~3 m×3~4 m,密度 825~1 425 株·hm⁻²,其中雌株与雄株之比 8:1;幼树期间作或套种矮秆无共性病虫害的绿肥或经济作物,避免土壤裸露,盛果期实施果园生草,时间为 10 月或翌年 3~4 月,草种优先选择毛苕子、三叶草等绿肥植物,不宜套种与猕猴桃共生病虫害的植物,草高约 30 cm 时刈割;成龄园施基肥的时间 10 月中下旬至 11 月上旬,用量为 1 hm² 施腐熟有机肥 45.0~75.0 t、过磷酸钙 2.25 t、氮磷钾复合肥 750 kg,浅翻或旋耕 10~15 cm 深;萌芽肥、膨大肥、优果肥每株追施复合肥+生物有机肥各 1~1.5 kg;采收时间美味猕猴桃 9 月至 11 月上旬,中华猕猴桃 8 月下旬至 10 月上旬,果实硬度指标美味猕猴桃≥9 kg·cm⁻²,中华猕猴桃≥7 kg·cm⁻²。

②果树枝条及农作物秸秆堆肥技术操作规程 经过多年的发展,猕猴桃产业已成为眉县村

民增收致富的主导产业,由于长期以来化肥的使用量持续上升,有机肥的使用量严重不足,导致果园土壤有机质下降,果园持续丰产能力受到影响,果品产量和质量的再提升受到严重制约。利用枝条堆肥,可变废为宝,促进资源循环利用,从根本上解决有机肥投入不足问题,从而实现低碳绿色管理的可持续发展。经过多年来的实践,以及GEF项目的总结示范,形成了猕猴桃园枝条堆肥操作技术流程(图3)和规程。

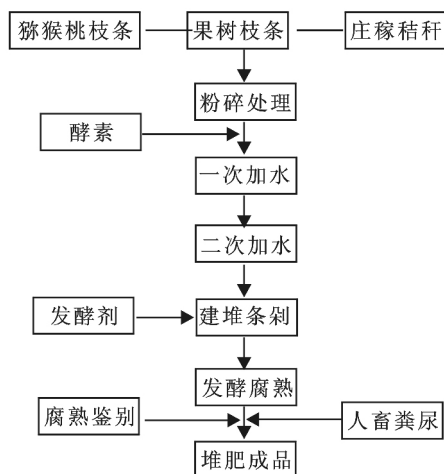


图3 果树枝条及农作物秸秆堆肥技术操作流程

③猕猴桃节水灌溉土地管理技术

对眉县及杨凌、周至、武功等地猕猴桃种植区进行节水灌溉调查,主要调查灌溉方式、使用条件、使用效果及优缺点、管理方式等,编写了节水灌溉技术推广手册,对于应对气候变化具有重要指导意义。

根据地面灌溉、微喷灌、滴灌等目前三种常见灌水方式及其分别与生草结合的管理方式下,猕猴桃园0~50 cm土层、尤其是猕猴桃根系分布集中的0~30 cm土层土壤容重、孔隙度、机械组成等结构指标和土壤有机质、速效钾、速效磷、碱解氮等营养成分指标变化状况,以及《西安市土壤养分丰缺指标及推荐施肥指标体系》,发现常用的地面畦灌主要依据种植者经验,往往灌水定额过大,造成水资源浪费,容易引起猕猴桃渍害,同时地表的氮、磷、钾肥随水向下运移,造成有效养分尤其是速效钾淋失;微喷灌、地面灌溉的猕猴桃园钾、磷肥均处于极丰富或丰富等级,而氮肥和有机质均缺乏,土壤磷、钾元素过量,会降低肥料的利用率,造成土壤环境恶化,形成次生盐渍化,破坏微生态平衡,甚至影响果蔬的品种和产量。

幼龄猕猴桃园适宜于滴灌,并可进行秸秆覆

盖或种植生草;微喷灌适宜于结果期猕猴桃园,微喷灌对土壤结构和肥力的影响比地面灌溉小,又比滴灌湿润范围广而深,可以避免滴灌引起的猕猴桃根系向上翻长,在高温干旱时期增加空气湿度,降低猕猴桃叶面温度,减少果实日灼伤的发生率;猕猴桃园采用滴灌,并增加有机肥投入,可达到改善土壤理化性状,滴灌+生草的管理方式是猕猴桃园土地可持续性利用的有效措施。

④齐峰果业“互联网+”绿色发展模式

购置电商软件及配套硬件设施,建成“眉县GEF项目电商产业基地”,将“互联网+”技术运用于猕猴桃生产和销售环节当中,提升猕猴桃果品质量,并进一步拓宽农产品销售渠道。

“互联网+农资配送”模式:齐峰果业针对农资供应中间渠道多、农技服务系统缺失、农资价格贵且伪劣产品泛滥等诸多问题,从种植端了解种植户基本情况,建立作物大数据,升级基础产业。通过举办广场舞比赛、最美果园活动等提升公司影响力,锁定目标客户。打造标准示范田带动潜在客户。从上游基地种植管理,中间环节收购储存加工、物流运输供应,到下游批发零售电商,形成产业发展闭环运营模式。

“互联网+果园托管”模式:包括2种小模式,全托管模式,根据经营需要,流转租赁成品猕猴桃果园3.3 hm²左右为一个经营单元,核算单产情况予以全租赁,雇佣农户代为管理。果园生产经营全过程按眉县猕猴桃标准化十大关键技术结合企业标准化作业方法推进,生产投入由企业全部负担,实现猕猴桃种植标准统一,果品提质增效;菜单式托管模式,建立村级猕猴桃标准化服务站,在猕猴桃种植区全年组织技术服务队及专家对农户进行猕猴桃技术培训、指导与服务,供应农资,优先收购服务对象果品。

“互联网+网店”销售模式:经过近几年的发展,形成了以眉县猕猴桃为主,西北特色农产品以及进口时令水果为辅,以眉县大基地运营团队为核心,以上海、广州为销售前沿的辐射全国电商网络。还在国家级猕猴桃产业园区建成齐峰电商菜鸟西北产地仓,京东西北联合运输产地仓,实现电商质量标准、包装统一。

⑤眉县田家寨村猕猴桃“全环节绿色生产模式”

针对秦岭北麓猕猴桃园土壤结构变差,土壤供肥能力及保水保肥能力下降,病虫害多发,化肥

农药超量施用,农资投入边际效应下降等问题,选择有代表性的地域—眉县田家寨村,优化资源配置,进行土地可持续性管理和绿色产品生产,即整合集成以水、土、肥、药科学管理为核心的多个单项技术,形成适应气候环境变化、以恢复和维护土地高效能生产力为中心的全环节绿色生产模式,推动农民致富。该模式包括猕猴桃优良新品种选用、猕猴桃枝蔓还田、果园生草、灯光扑杀害虫、生物防治扑食螨、果园覆盖、绿色施肥等环节。

田家寨村采用该生产模式在生产绿色果品、改善果园生产环境、降低生产成本、恢复和培育土壤肥力与土地生产力、维护农田生态系统物种多样及动态平衡、降低农药化肥等农资超量使用引起的环境污染等方面取得了重要成效,得到了田家寨村及周边村镇猕猴桃种植户的认可。经调查分析,采用猕猴桃“全环节绿色生产模式”具有以下特点或优势:

生态性:田家寨村按照“全环节绿色生产模式”,在猕猴桃诸多生产环节采用的所有技术,都达到了绿色产品生产标准要求,生产出了可满足市场需求的绿色猕猴桃果品。

低碳性:该“全环节绿色生产模式”充分利用了猕猴桃枝条堆肥的肥效,物理、生物等方法防治害虫的环境友好表现,降低了化肥、农药等化工产品的使用量,在提高土壤有机质含量和土壤碳储量的同时,间接减少了化工原料的消耗量及其生产过程中的有害气体、CO₂等物质的排放量。

经济性:经调查,田家寨村猕猴桃园修剪平均每年可产生废弃枝条 4 500 kg·hm⁻²,为不影响正常生产,截枝、捆扎、运至合适地段平均需要 23 个工日(2 760 元,每工日工价 120 元),还占用较大面积的生产用地,采用机械粉碎、堆沤,平均成本为 1 200 元·hm⁻²,不到常规方法的一般,同时施用堆肥还可以减少化肥用量,减少开支。这也是田家寨村村民观摩分析后自发进行猕猴桃枝条堆肥的主要原因。

公平性:猕猴桃生产环节多、技术要求较高,但和众多农业技术一样相对简单易学,一般农户通过观摩等普通学习途径就能掌握和熟练应用,并因之获得较好的生产效益,而不会由于生产规模、经济条件、性别等因素而无法学习、影响生产。

和谐性(渐进性):田家寨村在推进“绿色发展模式”过程中,采取了渐进式推广策略,先是一部分人示范引导,待获得经济收益后,再引导、鼓励

其他村民参与,这种“示范一部分、引导一部分,自觉自愿、效益带动”的示范推广方法,既降低了风险,又照顾了村民的顾虑,有利于维护技术推广人员与村民、创新意识强的村民与创新意识弱的村民之间的正常交往和村庄的和谐。

安全性:“绿色发展模式”所包含的全部技术都是安全、成熟的技术,危险性一般都极低或没有,尤其是采用物理、生物等方法防止害虫,大幅降低了农药使用量,减轻或避免了对人畜、土壤、水体、农田动物及微生物的破坏或伤害。

可持续性(适应性):“绿色发展模式”具有环境友好属性,可恢复和不断提升土地生产力,满足农户或企业的持续生产需求,同时,该模式的所有技术都相对简单易学,只要使用者善于总结,就能掌握其实质,并根据生产条件和气候扰动等进行适当的调整和完善,服务于永续的农业生产。

3.2 关中平原中部果园退化土地地力修复技术及示范点建设

3.2.1 礼泉县果园退化土地地力修复技术体系

礼泉县是位于陕西关中平原中部的农业大县和陕西省重点文物旅游大县,农业与人文历史悠久。北部渭北黄土高原区土层深厚、海拔高、温差大,是得天独厚的苹果优生区,也是水土流失威胁较为严重的区域,长期以来的农耕尤其是近 20 年来,土地生产率大幅提升,以施用农家肥为主的有机肥施用量大幅减少,化肥农药用量加大,耕作频繁等,已经给土地地力的可持续维护带来威胁。

(1)小流域治理+村庄绿化美化

结合陕西省水土保持补偿基金项目,建立礼泉县火石岭生态清洁小流域示范点,进行小流域治理和村容村貌美化绿化。

(2)果园种草技术,解决土地耕作问题

以机械耕作为主,进行果园种草,解决土壤有机质含量低、肥力衰退、农田作业劳动力短缺等问题。

(3)配置太阳能杀虫灯,生产优质果品、降低生产成本

利用太阳能杀虫灯,进行物理法防治害虫,为“御杏园”绿色生产提供保障。

3.2.2 礼泉县修复退化果园地力、提高农民收入技术与管理体系示范推广

主要有三种方式:

(1)建立示范村

分析发现,礼泉县东坪村位于渭北黄土台原

区,农业生产和民众生活中,既存在水土流失威胁和土地生产力下降等问题,也具有距离唐昭陵旅游景区较近,所产食用杏“御杏”品质优、在当地具有

极高的知名度和美誉度,群众接受新技术、新方法积极性高、能力强等优势,因此,选择东坪村为“小流域治理+村容村貌绿化美化”试点村(图4)。

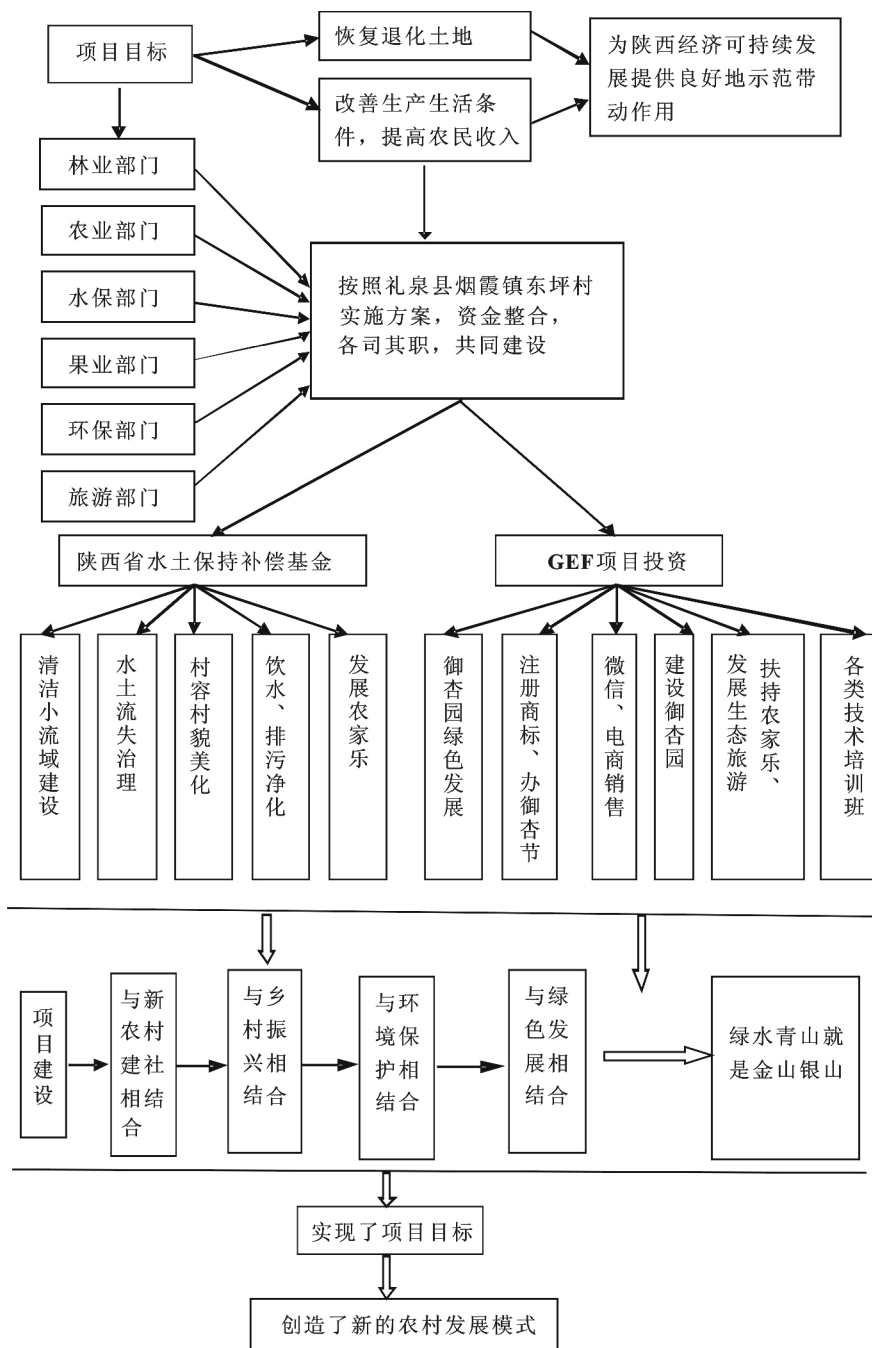


图4 礼泉示范点项目建设框架图

(2) 借助旅游推广

通过扶持“御杏”绿色生态园和农家乐建设,举办“御杏旅游节”等,不断提高御杏影响力,促进并借助生态旅游,推进“御杏”绿色生产、土地地力恢复、农民增收和单一生产方式向“生态、观光、采摘”综合经营转变。

(3) 扶持电商、微商发展

通过补助电商、微商,购置农资商务软件、财务管理软件、电脑、服务器、打印机、照相机等设备的方式,推动电商、微商发展和经营,再通过电商、微商优质优价等销售策略,促进“御杏”绿色生产,提高销售能力和经济收入。

3.2.3 礼泉县退化土地地力恢复与培育技术示范成效 礼泉示范点充分利用特色和优势进行差异化发展,实现了 GEF 项目与新农村建设、乡村振兴、环境保护、绿色发展相结合,有效提高了农户经济收入,改善了村民生产生活环境,恢复和提高了土地生产力和经济效益。在当地创造了新的农村发展模式,为环境与条件相近地区的社会经济发展提供了模式,起到了示范带动作用。

(1) 地力逐步恢复

小流域治理减轻了水土流失,以御杏为主的果园植生草提高了土壤有机质含量,退化土地地力得到培育和恢复。

(2) “御杏”绿色生产,生产经营者收入增加

地力提升、减少化肥使用量、无公害害虫防治等保障了“御杏”绿色生产,既增加了生产者收入,也为电商、微商带来了更多的销售收入。御杏平均销售价格从 2015 年的 $9 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$, 提高到 2017 年的 $16 \text{ 元} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。东坪村 2016 年增加收入 42 万元,2017 年增加 58 万元,扶持的 20 户农家乐直接从业人员由 95 人增加到 120 人,接待游客由 2016 年的 12 万人次,提高到 2017 年 18 万人次,实现营业收入由 2016 年 240 万元增加到 2017 年的 300 万元。

(3) 村容村貌焕然一新,村民生产生活环境根本改善

项目实施过程中,围绕实现土地退化防治、增加农民收入的总目标,结合小流域综合治理、村容

村貌美化、陕西省煤气油生态补偿基金等项目,完成东坪村小流域综合治理 729 hm^2 , 实施了以修建蓄水池、排污渠、污水净化池及美化绿化等为主的村容村貌整治改良工程和饮水工程,解决了群众吃水问题,村容村貌和村民生产生活环境大为改观,为该村土地可持续管理以及以“御杏”绿色生产及采摘为中心的生态园农家乐旅游项目提供了必要的条件。

(4) 旅游环境进一步优化

2016 年、2017 年,由县政府主办,县项目办与县林业局、果业局、旅游局、农业局等联合举办了两次“旅游节”,“政府搭台,御杏、农家乐唱戏”,礼泉旅游品牌效应更大更响。道路、景观等设施建设也助推了旅游环境、旅游质量的进一步优化。

(5) 创新渭北黄土高原土地退化防治及农民生计改善模式

根据土地利用现状和存在的地力退化问题,项目建设内容和目标要求,提出了以恢复地力和改善农民生计为中心,整合多种资源和项目资金的渭北黄土高原土地退化防治及农民生计改善模式(图 5),以实现 GEF 项目与新农村建设、乡村振兴、环境保护、绿色发展相结合,有效提高农户经济收入,改善村民生产生活环境,恢复和提高了土地生产力和经济效益。在当地创造了新的农村发展模式,为环境与条件相近地区的社会经济发展提供了模式,起到了示范带动作用。

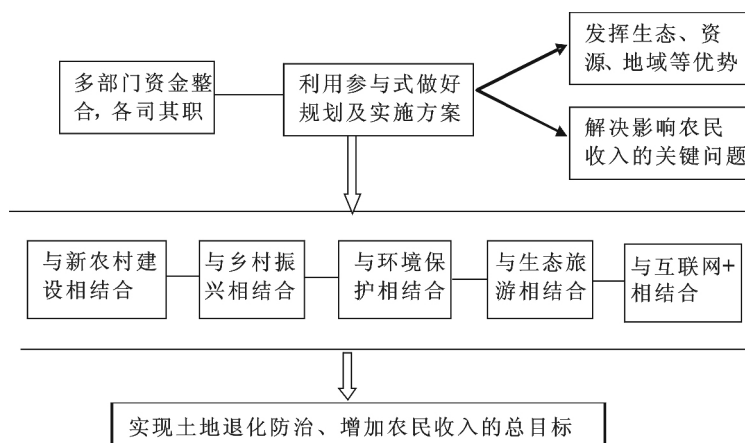


图 5 渭北黄土高原土地退化防治及农民生计改善模式

(6) 探索总结出渭北黄土高原丘陵沟壑水土流失重点控制生态功能区生态补偿机制

经过多点调查,在分析生态环境治理与农户生产生活关系、国家建设项目与有关基金管理办

法等事项基础上,总结提出了渭北黄土高原丘陵沟壑水土流失重点控制生态功能区生态补偿机制(图 6),协助相关部门初步解决了可持续流域管理生态补偿问题。就陕西省水土保持生态补偿基

金使用范围方面提出建议:应该扩大基金使用范围和方向,贯彻落实十九大精神,与山水田林湖综合治理相结合;与乡村振兴战略相结合;与农业面

源污染防治,农村人居环境整治相结合;与厕所革命相结合;与生态旅游相结合。

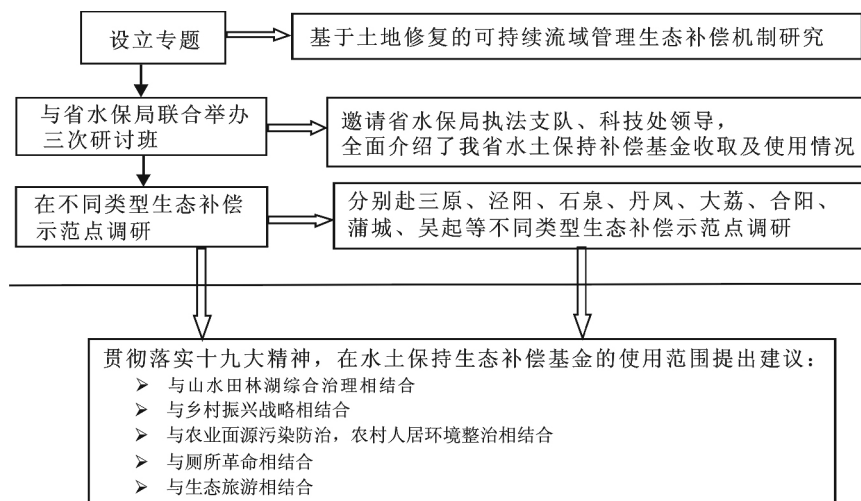


图6 渭北黄土高原生态补偿机制

3.3 陕北毛乌素沙区退化土地地力修复技术及示范点建设

3.3.1 神木县毛乌素沙地退化土地地力修复技术体系 毛乌素沙漠是我国四大沙漠之一,自然环境恶劣,生态系统脆弱,恢复和保护植被极其困难。榆林毛乌素沙区新中国成立以来尤其是近20年来大力实施退耕还林还草、三北防护林等工程建设,防风固沙林面积大幅增加、集中连片大规模流动沙地已基本得到固定、半固定,沙化程度逐步变轻,沙化土地治理进入“整体好转、局部良性循环”新阶段,但沙化程度中重度以上土地 $426.67 \times 10^3 \text{ hm}^2$,有近 $200.00 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 退化衰败防风固沙林亟需改造,风沙危害仍未全面有效控制^[7],强化防护林建设和抚育改良更新仍是林业的中心任务,据此,选择具有代表性的神木县进行陕北毛乌素沙区退化土地地力修复技术及示范。

(1) 生态经济型混交防护林营造技术

① 树种及苗木选择

为提高农户、企业等营建和保护生态防护林的积极性,巩固生态林建设成果,推进陕北毛乌素沙漠退化土地植被的生态、经济效益协同提升,选择栽植以乡土经济植物——长柄扁桃(*Amygdalus pedunculata*)为骨干树种的生态经济型防护林营造与管理技术。

长柄扁桃为蔷薇科桃属落叶灌木,主要分布于陕西北部及内蒙古、河北、新疆、宁夏等地,根系发达,防沙固沙、涵养水源等生态功能重要,种子加工生产的长柄扁桃油不饱和脂肪酸含量高,油品

好,因而在保障国家粮油安全、能源安全以及调整农村产业结构、促进农民就业增收等方面都具有十分重要的价值^[8-10]。2013年10月30日,国家卫生和计划生育委员会正式批准长柄扁桃油为新食品原料。

苗木要求:1~2 a 生营养钵大苗,株高>35 cm,地径>0.3 cm,根系发达,>5 cm 长Ⅰ级侧根条数>10,无病虫害和机械损伤的优质苗。

② 密度与配置方式

长柄扁桃株行距4 m×2 m,密度1 245 株· hm^{-2} ,2行长柄扁桃中间混交1行紫穗槐,株距2 m。

③ 栽植时间

8月中下旬到10月上旬。其他栽植技术环节按常规方法。

④ 长柄扁桃的整形修剪

整形修剪分为春季和秋季两次,即4月萌芽后和8月采果后。树形为多主枝丛状形。

主枝培养:长柄扁桃在第四年时,对地面80 cm以上主枝进行短截,留三条均匀错列的枝条作为主枝。要求其水平角度互成约120°,且枝条大小、长势均衡;不选正南向主枝。

侧枝培养:主枝确定以后,每年培养一条侧枝,每个主枝培养侧枝3~5条。

修剪:分为春季修剪和秋季修剪,主要是疏除枯枝、密生枝、重叠枝、徒长枝、细弱枝等。

⑤ 长柄扁桃林的除草平茬及施肥

每年对紫穗槐混交林进行平茬2~3次,每年

8月中耕除草1~2次,将平茬、中耕所获枝条、杂草覆盖于长柄扁桃根盘。在秋季落果以后,采用条沟或穴状施农家肥 $1\ 500\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

(2) 针阔混交固沙防风林营建技术

选择在当地表现最好也是最主要的乔木树种——樟子松,与常见树种中国沙棘、柠条、紫穗槐等灌木混交。樟子松、紫穗槐的混交方式分为2种,即行状混交和行带状混交^[11]。

行状混交,樟子松株行距 $3\text{ m}\times 4\text{ m}$ (初植密度 $833\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$),紫穗槐株行距 $1\text{ m}\times 4\text{ m}$ (初植密度 $2\ 500\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$);行带状混交,樟子松初植密度为 $500\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ (株行距 $4\text{ m}\times 5\text{ m}$)或 $333\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ (株行距 $5\text{ m}\times 6\text{ m}$),紫穗槐2行为1带,带内株行距 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$,与樟子松初植密度 $500\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $333\text{ 株}\cdot\text{hm}^{-2}$ 对应的带间距分别为 3 m 、 4 m 。

(3) “保护法”造林

针对多年来陕北毛乌素沙地造林成活率、保存率低,成本高,林地树种单一,群落结构与稳定性较差等问题,选用当地主要造林树种樟子松,以提高成活率、保存率为中心,采取措施,克服和减轻制约造林效果的风蚀沙埋、干旱缺水、蒸发强烈、土壤贫瘠、动物危害等因素影响^[11]。

① 搭设沙障造林

造林前布设带状和网格状沙障,一般带间距离为 $1\sim 6\text{ m}$;带状沙障走向与冬春季主风向垂直即东北至西南方向;沙障材料一般为作物秸秆或沙蒿、沙柳、紫穗槐等枝干。在带状和网格状沙障中栽植樟子松及紫穗槐等豆科灌木。

② 套篓法造林

栽植幼苗后给每棵幼苗套上特制的防护篓,并在栽植时与浇水覆膜、大苗深栽、大坑换土等防风固沙、抗旱节水措施相结合。防护篓用沙柳枝条编制而成,形似无底的纸篓,上口小、下口大。一般规格为上口直径 $20\sim 30\text{ cm}$ 、下口直径 $30\sim 40\text{ cm}$ 、高度 $50\sim 60\text{ cm}$,并在下口留三个长 10 cm 的腿脚。套篓时,用铁锹将防护篓的腿脚扎入土中,使防护篓牢固直立地面。

(4) 利用生活垃圾、农林业枝叶秸秆的堆肥技术

引入日本好氧型复合菌,以人粪尿、屠宰场废水、餐饮垃圾、植物秸秆等为原料,生产固体、液体菌肥,通过不同菌的不同功能,有机质(人畜粪尿、农作物秸秆等)在温度条件和水分条件满足下,进行繁殖交换,分泌出酶、氨基酸、维生素B群等,

使大分子有机物转化为小分子有机物等^[12]。

3.3.2 神木县提高造林效果、巩固生态林建设成果、改善农村环境的技术与管理体系示范推广

(1) 建立示范村

根据神木县生态脆弱、农村人居环境质量差,林地抚育树木枝条利用率低、项目单位具备生物制肥技术和人才等问题或条件,以村为单位,通过公私伙伴关系,建设以人粪尿、屠宰场废水、餐饮垃圾、树木枝叶、农作物秸秆等为原料的固体、液体菌肥场,在改善人居环境的同时,为农林业生产提供优质有机肥,以较少化肥用量,恢复和提高土地地力。

(2) 研究和利用 PPP 模式

通过查阅、分析研究 PPP 模式^[13-16]自传入我国后的研究文献、发展历程、实施项目等概况,总结提出 PPP 模式在不同行业领域应用的条件和影响因素,当前农林业 PPP 项目主要存在合同文本、操作规程、风险承担机制、投资与回报制度等亟需规范,社会资本、社会团体等非政府组织参与性不强问题,这也是今后我国林业 PPP 项目发展应重点突破的方向。

3.3.3 神木县退化土地地力恢复与培育技术示范成效

(1) 集成创建了神木县毛乌素沙地防风固沙林建设模式

① “三步植树造林”模式

要点或步骤为:第一步,障蔽稳沙(创造植被恢复的基础):采用沙蒿种植障蔽,根据风向,迎风搭设主障蔽墙,降低风速,减少风蚀,增加植被,恢复生物量,也便于草种在其附近着落和自然生长。

第二步,治沙(创造植被生长条件):在障蔽背风侧栽植紫穗槐等豆科灌木,增强沙土的稳定性。

第三步,栽植目的树种(配置植被):在第2~3年进行,检查补植风蚀豁口,在障蔽中心处栽植樟子松等乔木或长柄扁桃、梭梭、沙柳等灌木。

② “三季灵活”造林技术模式

顺应毛乌素沙地降水稀少且不稳定,且春季少雨、夏季雷雨、秋季降雨、冬季干旱等降水规律,根据墒情决定造林时间,即除过冬季外,在春、夏、秋三季只要满足土壤墒情,就可采用营养钵苗造林,避免为完成造林任务不顾土壤墒情引起的造林成活率低,浪费劳动力、苗木等问题。

③ 树种选用及其空间配置模式

主要有4种模式:适宜于沙丘的造林模式:樟

子松+杨树+紫穗槐、樟子松+紫穗槐(或长柄扁桃)、紫穗槐+长柄扁桃+臭柏;适宜于沙丘与土质梁峁间立地的造林模式:侧柏(或樟子松)+杨树+长柄扁桃;适宜于沙盖黄土和土质梁峁立地的造林模式:油松(或侧柏)+柠条、油松(或侧柏)

纯林;生态经济林模式:在迎风坡栽植沙蒿障蔽和紫穗槐—樟子松混交林,在背风向阳、保水保肥的沙湾,栽植或将生态林改造为团块状经济林,适宜的经济林树种主要有葡萄、树莓、枸杞、长柄扁桃等,达到生态效益与经济效益相互促进的目标。

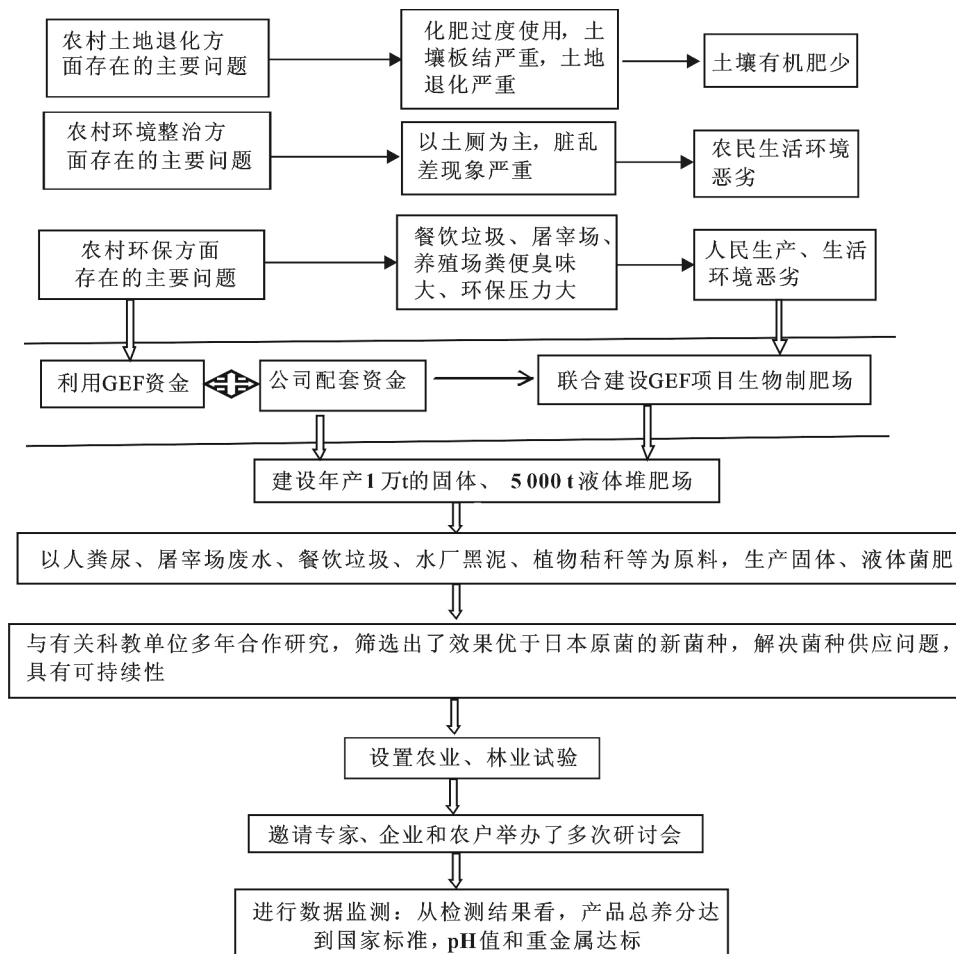


图 7 神木公私伙伴关系式生产生活废弃物“循环利用”模式

(2) 创建了农村公私伙伴关系式^[17-19]生产生活废弃物“循环利用”模式

在榆林市农村,旱厕、牲畜圈舍、生活污水(厨房、洗涤)、化肥、农药、地膜等生产、生活污染源或污染物,已经成为影响村容村貌和环境质量的重点。采用改良的微生物菌肥技术和公私伙伴合作方式,把人畜粪尿、厨房废水、林地平茬枝条、农作物秸秆等加工成固体基肥和液体菌液,实现农村生产生活废弃物无害化循环再利用,以及生态体系与生产生活的融合并进。

(3) 优化筛选复制出新菌种

经过与有关科教单位合作研究,掌握了菌种复制技术,筛选出了新的菌群,修改了原菌种的部分DNA,新配方效果超过日本原菌,解决了菌种

的长期保障供应问题。

(4) 建成“神木 GEF 项目生物制肥示范基地”

利用 GEF 项目资金和公司自有资金,联合建成包括菌剂生产车间、实验室等在内的“神木 GEF 项目生物制肥示范基地”,年可生产菌剂 500 t,处理垃圾 10 万 t,年产固体菌肥 8 万 t、液体菌肥 5 000 t。经检测,生产的固体菌肥、液体菌肥总养分达到国家标准,pH 值和重金属达标。

(5) 改善示范点环境和土壤结构与肥力,提高瓜果质量

菌种使用 24 h 内,肥料温度达到 90 ℃,能有效地杀死虫卵;菌种在不同的试验示范点都表现出极好的应用效果,在牛、羊、鸡、鸭及鹌鹑等养殖场,运用生物菌可杀死病菌,减少抗生素的使用,增强

动物的免疫力,为健康食品奠定基础;在蔬菜、农作物、经济林中使用菌肥,解决了有机肥的臭味问题,有效提高瓜果甜度4~8度,改善产品品质;产品生物菌群活跃,能有效促进土壤蓬松,提高地温2℃左右;菌肥可有效调节微生物菌群结构,改善土壤营养平衡,一般重茬种植不影响产量品质。

(6)分析探索出了PPP模式在林业项目的应用可行性和关键环节

分析近二十年来,神木县业已形成的以各级政府为保障、生态协会为枢纽、社会各界积极参与的多方合作模式,是有效调动不同利益相关者参与生态治理的平台和桥梁,引入和发挥各方资源与资金进行生态脆弱区防护建设林、恢复和保护植被、遏制土地退化、发展生计的重要方式,科学可行,林业PPP模式项目应注重规范合同文本、操作规程、风险承担机制、投资与回报制度等。

4 结论

中国西部适应气候变化的可持续土地管理陕西项目,针对项目区土地不同程度退化,农林业生产技术不规范、系统性不强,可持续土地开发利用与管理理念与技术较弱,农民生产生活环境质量较差等共性突出问题,并依据渭河谷地农业生态功能区、渭北黄土高原丘陵沟壑水土流失重点控制生态功能区和长城沿线风沙草原生态区等三个陕西省土地退化功能区各自自然环境特征与关键限制因素,农林业生产资源与发展现状、与可持续土地管理目标不相适应的生活生产方法与习俗等,分别选取有地域代表性的眉县、礼泉县和神木县,在眉县进行绿色发展试点,礼泉进行生态补偿试点,神木进行公私伙伴关系试点,分别实施适应气候变化的可持续土地技术示范推广与管理,项目实施过程中,采用参与式规划及IEM理念,将项目实施与新农村建设、乡村振兴、环境保护、绿色发展、生态旅游等紧密结合,在总结先进技术,恢复退化土地,改善人民生产、生活条件,增加农民经济收入等方面完成了项目任务指标要求,可以为陕西乃至干旱半干旱地区土地可持续管理和经济可持续发展提供示范和经验。

可持续土地管理陕西项目涉及面广,既有农林业耕作栽植技术、微生物培育与利用技术,又有农资及农产品市场管理与营销、土地资源管理政策等,这既是本项目综合效益显著的原由,也是本

项目实施过程中资源、目标任务等分配、协调、监督较为困难的根源,更是今后设置和实施此类项目时应注意的问题。

参考文献:

- [1] 许亚军. 陕西省土地资源现状和土地退化防治战略研究[D]. 陕西杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [2] 陕西省人民政府办公厅. 陕西省人民政府办公厅关于印发陕西省生态功能区划的通知(陕政办发[2004]115号)[R]. 西安,2004.
- [3] 余艳红,吴学灿,杨张,等. 丽江老君山综合生态系统管理模型研究及应用[J]. 生态经济,2014,30(8):153-158.
- [4] 蔡守秋. 论综合生态系统管理[J]. 甘肃政法学院学报,2006(16):19-26.
- [5] 蔡守秋,张百灵. 论综合生态系统管理与石漠化防治福建政法管理干部学院学报,2009(4):26-31.
- [6] 李智,马永红,梁振山. 眉县猕猴桃“互联网+”建设与示范——以齐峰富硒猕猴桃专业合作社为例[J]. 陕西林业科技,2018,34(6):45-48.
- [7] 万建军,俞靓,李战刚,等. 陕西省近年来防治沙成就与思路[J]. 陕西林业科技,2018,34(6):51-55.
- [8] 郇超,马志林,刘冬林,等. 榆林沙地长柄扁桃天然林资源调查与分析[J]. 陕西林业科技,2018,34(6):28-30.
- [9] 杨涛,施智宝,封斌,等. 榆林沙区发展生物质能源植物长柄扁桃的前景分析[J]. 陕西林业科技,2013(1):58-60.
- [10] 李荣,史社强,曹双成,等. 优良固沙与油料灌木长柄扁桃在毛乌素沙地治沙中的应用[J]. 陕西林业科技,2015(1):68-71.
- [11] 漆喜林. 榆林毛乌素沙地针叶树造林技术研究[J]. 陕西林业科技,2018,34(6):31-35.
- [12] 张至. JL01号复合菌剂——用以有机肥制备与土壤改良的优选微生物菌群[J]. 陕西林业科技,2018,34(6):48-51.
- [13] 中华人民共和国财政部. 关于公布第四批政府和社会资本合作示范项目名单的通知[EB/OL]. 2018-2-1. http://jrs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/gongzuodongtai/201802/t20180206_2806280.html. 2018-2-28.
- [14] New South Wales Treasury. Working with the government: Guidelines for privately financed projects[EB/OL]. 2006-11 <https://www.scu.edu.au/media/scuedu-au/staff/legal-office/NSW-Treasury-Guidelines-for-Privately-Financed-Projects0516.pdf>. 2018-2-28.
- [15] 财政部政府和社会资本合作中心. PPP模式融资问题研究[M]. 北京:经济科学出版社,2017.
- [16] 孙欣华. 英国PPP模式发展特点、主要监管措施及对我国的启示[J]. 经济研究导刊,2015(20):244-245.
- [17] 马恩涛. 公私伙伴关系与政府或有债务研究[J]. 财政研究,2014(12):39-43.
- [18] 王秀芹,梁学光,毛伟才. 公私伙伴关系PPP模式成功的关键因素分析[J]. 国际经济合作,2007(12):59-62.
- [19] 何寿奎,傅鸿源. 公共项目公私伙伴关系合作机制研究[J]. 统计与决策,2007(22):60-62.