

安塞县水土保持型生态农业建设探索

任小平¹, 汪有涛¹, 白岗栓^{2,3}, 王继军^{2,3}, 侯喜禄²

(1. 陕西省安塞县延河流域世行贷款项目办公室, 陕西 安塞 717400; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100; 3. 中国科学院水利部水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 简述了水土保持型生态农业的概念和其建设原则。安塞县水土保持型生态农业应以水土保持为前提, 以乡土树种为主, 适地适树, 适地适林, 搞好植被建设; 加强梯田、淤地坝建设, 扩大杂粮生产, 实现粮食自给。同时应加强果园建设与管护, 加强畜牧建设, 稳定设施蔬菜栽培面积, 建立商品性果树、畜牧和设施蔬菜产业。

关键词: 水土保持型生态农业; 植被; 基本农田; 果树; 畜牧业; 设施蔬菜

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2007)05-0159-05

中图分类号: S157

Establishment of Eco-agriculture With Soil and Water Conservation in Ansai County

REN Xiao-ping¹, WANG You-tao¹, BAI Gang-shuan^{2,3}, WANG Ji-jun^{2,3}, HOU Xi-lu^{2,3}

(1. *Ansai Office of Projects by the Financial Aid from the World Bank in Yanhe River Basin, Ansai, Shaanxi 717400, China*; 2. *Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China*; 3. *Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences and Ministry of Water Resources, Yangling, Shaanxi 712100, China*)

Abstract: The concept and establishing principle of eco-agriculture with soil and water conservation have been briefly narrated. The eco-agriculture in Ansai County should be based on a great many works on soil and water conservation. During vegetation restoration, tree species and forest must match their sites, and local tree species should be selected as the major species. In order to attain grain self-sufficiency, construction of terrace and check dam should be strengthened, and minor crop production should be increased. Moreover, in order to develop the industries of commercial fruit, stockbreeding and facility vegetable, the orchard development and management, as well as stockbreeding development should be enhanced, and facility vegetable cultivation should be stabilized.

Keywords: eco-agriculture with soil and water conservation; vegetation; basic farmland; fruit tree; stockbreeding; facility vegetable

安塞县位于东经 108°51'44"—109°26'18", 北纬 36°30'45"—37°19'31" 之间, 地处黄土高原腹地, 为典型的黄土高原丘陵沟壑区。安塞县最高海拔为 1 731 m, 最低为 997 m, 地面相对高差多在 100~200 m。安塞县境内沟壑纵横, 梁峁起伏, 年平均输沙模数为 8 373 t/km², 为黄土高原水土流失重点县之一。安塞县总土地面积 2 950 km², 耕地面积 93 333 hm², 其中 95% 以上为山地, 为典型受人类活动影响的水土流失严重区。安塞县气候为暖温带半湿润向半干旱过渡区, 植被为暖温带落叶阔叶林向干旱草原过渡的

森林草原区, 土壤为黄绵土与沙黄土的交错区。1986 年中国科学院水土保持研究所在安塞县纸坊沟流域提出并开展了水土保持型生态农业的试验研究, 经过 10 多年的试验示范, 结果表明, 在水土流失严重地区建立水土保持型生态农业, 能根治环境恶化, 提高系统生产力, 是水土流失区农业发展的方向。随着退耕还林还草工程的实施, 安塞县生态环境已开始向良性方向发展。该区 2006 年林草覆盖率由 1988 年的 18% 已提高到 30.6%, 昔日的荒山秃岭逐渐变绿, 一些重点区域已基本实现了水不下山, 泥不出沟。水土

收稿日期: 2007-02-20

修回日期: 2007-06-15

基金项目: 国家“十一五”科技攻关项目(2006BAD09B07), 中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-XB2-05-01)

作者简介: 任小平(1964-), 男(汉族), 工程师, 陕西省安塞县人, 主要从事水土保持方面的研究与推广。E-mail: gaoqifu@126.com。

通讯作者: 白岗栓(1965-), 男(汉族), 陕西富平人, 副研究员, 主要研究方向为果树生态。E-mail: baig@cern.ac.cn。

保持型生态农业与退耕还林还草工程相结合,在水土流失区具有更强的生命力。

1 水土保持型生态农业的意义

农业是人类社会经济系统与自然环境系统的交汇点,是人类与大自然和谐共处的平台。我国生态农业是按照生态学和生态经济学原理,应用系统工程方法,把传统农业技术和现代农业技术相结合,充分利用当地自然和社会资源优势,因地制宜地规划和组织实施的综合性农业生产体系。水土保持型生态农业是以水土保持为主要手段,以建设良性生态经济系统为中心,形成高效的农业生产系统,达到生态效益、经济效益和社会效益的有机统一^[1]。水土保持型生态农业以水土保持为前提和基础,同时提高作物产量,增加农民收入,改善农村生态环境,依靠生态系统的良性循环和较强的运转功能来提高土地生产力,促进经济持续发展。水土保持型生态农业的最终目的是实现生态系统的良性循环,经济系统的持续发展和人民物质文化生活水平不断提高。

水土保持型生态农业的三项任务:一是高效率地生产多种产品,使农民生活富裕,实现农业现代化;二是改善生存环境,净化、绿化、美化环境,形成优越的生产条件和生活环境;三是提高劳动者素质,使人类能够自觉地适应和改造自然。

2 水土保持型生态农业的建设原则

水土流失是造成安塞县生态环境恶化,粮食低产的根源。安塞县水土保持型生态农业建设应遵循以下原则^[2-3]:(1)资源优势原则。根据当地的自然资源、社会经济状况等,必须发挥资源优势。(2)因地制宜原则。从实际出发,考虑原有产业基础,统筹规划,突出特色。(3)市场供求原则。以市场为导向,搞好市场预测,积极发展适销对路、潜在需求量大的产品。(4)技术进步原则。发展的产业必须技术领先或具有较大技术储备,在地区产业中具有推进作用,技术含量较高的产业。(5)可持续发展原则。发展中强调环境与经济协调发展,在满足人类需求的同时,又要保护生态环境,不对后代的生存和发展构成威胁。(6)“必要性”与“可能性”相结合原则。发展中不仅要考虑产业的性质、功能等,而且要考虑产业的发展前景、扶持空间等。

3 安塞县水土保持型生态农业的建立

安塞县土地资源丰富,光热资源充足,但水资源比较贫乏,水土流失严重。根据安塞县的自然条件及社会经济状况,结合退耕还林还草工程,安塞县水土

保持型生态农业应以防治水土流失为中心,加强植被建设,建立保护性林业;以土地资源合理利用为前提,以梯田、淤地坝建设为主,实现粮食自给,并积极开展小杂粮生产;加强果树生产与管理,稳定设施蔬菜栽植面积,开展人工草地建设和畜牧业建设,建立商品性果树、设施蔬菜和畜牧业,充分发挥安塞县的地理和区域优势,促进安塞县农村经济的发展。

3.1 植被建设

安塞县地处落叶阔叶林向森林草原的过渡带。植被建设以减少水土流失,改善生态环境为宗旨,建立保护性林业。根据安塞县的自然条件,特别是气候条件和植被状况,植被建设可划分为 3 个区域^[4]。

3.1.1 北部丘陵沟壑区柠条、沙棘水保薪炭林区

该区包括北部的王家湾、坪桥、化子坪、镰刀湾 4 乡镇,最高海拔 1 713 m,平均气温为 7.9℃,年平均降水量为 440 mm,≥10.0℃年平均积温为 2 990.3℃,无霜期为 148 d,土壤主要为黄绵土。该区受毛乌素沙地影响较大,风沙大,降水量少,为典型草原区。植被建设应以灌木为主,以抗旱耐旱的柠条、沙棘、沙柳、怪柳等为主要树种,大面积营造水土保持林和薪炭林。在沟道、阴坡等水分条件较好的地块,栽植河北杨、小叶杨等用材林。在植被建设中造、管、封并举,草、灌、乔结合。

3.1.2 中部丘陵沟壑区刺槐、山杏用材林、经济林区

该区包括中部建华寺、真武洞、沿河湾、招安、王窑 5 乡镇,平均气温为 8.8℃,年降水量为 516.3 mm,≥10.0℃年平均积温为 3 170.7℃,无霜期为 160 d,土壤主要为黄绵土。该区为森林草原的过渡带,四旁林生长良好。阴坡、半阴坡地以刺槐、油松、小叶杨等用材林为主,适宜营造用材林。半阳坡地以山杏为主,建立经济林区。由于阳坡地春季升温快,山杏开花早,易遭霜冻危害,故不宜大量栽植山杏。阳坡地土壤水分条件较差,应以柠条、狼牙刺、扁核木等灌木为主。沟道、河渠旁水分条件较好,应以旱柳和小叶杨为主。

3.1.3 西川河流域油松、小叶杨水源涵养林区

该区包括南部楼坪、高桥、砖窑湾 3 乡镇。西川河流域年平均气温为 8.6℃,年平均降水量为 544.7 mm,≥10.0℃年平均积温为 3 135.0℃,无霜期为 153 d,土壤主要为森林褐色土和黄绵土,为林区和半林区。该区以封育为主,封、造相结合,提高森林覆盖率。在抓好次生林改造的基础上,阳坡造林以侧柏为主,阴坡以油松、辽东栎等为主,沟道以小叶杨为主。

安塞县在植被建设中,应以乡土树种为主,采用集流造林、截杆造林、深栽浅埋等技术,同时改春季造林与雨季造林、秋季造林相结合,根据不同树种的生长习性和不同季节的气候变化,及时造林。

安塞县为典型的黄土丘陵沟壑区,不同海拔、坡向、坡度的土壤水分、养分及气候均不相同,应根据不同小地形、小气候的立地环境,及时调整树种、草种,做到适地适树,适地适林。安塞县水土流失严重,生态环境退化,植被建设中应加强乔、灌、草的混交,加快植被建设步伐,减少建设成本,提高水土保持功能(表1)和群落的稳定性^[5]。

安塞县北部主要以灌、草混交,如柠条与沙打旺带状混交;中部以乔、灌混交,如刺槐与沙棘混交,小叶杨与沙棘混交,油松与沙棘混交等;南部以乔—乔混交,即大乔木与小乔木的混交,如油松与辽东栎混交,油松与五角枫混交等。在油松与其它树种混交中,应加强抚育管理,防止其它树种过度遮光造成油松生长不良^[6]。

表1 12年生不同类型人工植被小区产流产沙量

项目	荒坡	紫穗槐	沙棘	柠条	侧柏	油松	小叶杨	刺槐	油松×沙棘	小叶杨×沙棘	刺槐×沙棘
径流深/mm	2.86	0.56	0.76	1.18	1.46	1.52	1.34	1.13	0.87	0.74	0.72
泥沙量/t	100.24	0.54	0.89	12.38	73.25	78.64	68.75	57.86	54.24	43.29	38.67

3.2 建设基本农田,加强杂粮生产,实现粮食自给

安塞县基本上属于雨养农业,农田生态环境一直受水土流失与干旱的困扰。坡地修筑水平梯田,沟底打淤地坝,为作物稳产高产创造条件,为大面积退耕还林还草做准备。坡地修筑成梯田,可强化降水就地入渗,变“三跑田”为“三保田”,提高了土壤含水量和土壤肥力^[7-8]。梯田可改善地面的受光状况,使农田作物、土壤、小气候以至整个生态环境系统都得到改善^[9],提高了土地生产力。梯田具有保收、增收等经济效益,可提高粮食产量、促进生产力的发展,是农业可持续发展的有力保障。

淤地坝是黄土高原人民在长期同水土流失斗争实践中创造的行之有效的水土保持方法,淤地坝不仅能拦截泥沙,保持水土,改善环境,又能封堵泥沙下泄通道,抬高河床,有效制止沟岸扩张、沟底下切和沟头前进,显著降低沟道侵蚀,具有“保土、保水、保肥”和

“增地、增产、增收”的综合效应^[10-12],能很好地把“山绿、水清、天蓝、林美、人富”相结合。安塞县马家沟流域的坝系工程、坊塌流域的坝系工程,将荒芜的沟道变成水肥良好的坝地,对拦沙、保水、保土有积极的作用。梯田与坝地是黄土高原丘陵沟壑区粮食高产稳产的保证(表2)。

安塞县在基本农田建设中,应力求人均基本农田达到0.133 hm²,以确保人均粮食800 kg以上。由于安塞县独特的气候及土壤、水质等因素的影响,生产的小米、荞麦及豆类等杂粮富含蛋白质、脂肪、维生素、矿物质、纤维素等营养成分,对糖尿病、高血压、心脑血管疾病、动脉血管硬化等现代多发疾病有良好的食疗和保健作用。随着人们生活水平的逐渐提高,杂粮产品越来越受广大消费者的青睐,市场前景十分广阔。安塞县应加大“香谷米”、荞麦、豇豆、芸豆、扁豆等经济作物的生产,提高经济收入。

表2 安塞县不同土地不同降水年份的粮食产量

作物类型	kg/hm ²											
	丰水年(年降水量 600~650 mm)				平水年(年降水量 500~550 mm)				干旱年(年降水量 400~450 mm)			
	梯田	坝地	川台地	坡地	梯田	坝地	川台地	坡地	梯田	坝地	川台地	坡地
玉米	10 800	9 750	8 250	5 800	9 100	1 050	6 750	4 300	7 400	9 750	6 100	3 200
谷子	6 400	5 400	4 620	2 600	5 800	6 600	4 200	2 200	4 500	5 200	3 600	2 600
大豆	2 800	2 600	1 800	1 300	2 500	2 900	1 600	1 100	2 100	2 500	1 300	750
马铃薯	30 000	26 000	26 000	16 000	25 000	28 000	20 000	13 000	16 000	24 000	12 000	8 000

注:梯田宽10~12 m,坡地坡度为12°~15°,马铃薯产量为块茎鲜重。

3.3 加强果树生产与管理

安塞县果树主要为苹果、仁用杏、山杏和山桃。安塞县苹果栽植面积已达到10 330 hm²,仁用杏833 0 hm²,山杏和山桃10 000 hm²,基本形成“南果北杏”的局面。安塞县苹果生产中已建立了真武洞、

沿河湾、招安、高桥4个667 hm²苹果专业乡(镇)和陈家洼、庙湾、阎庄、坊塔等29个67 hm²苹果专业村,但挂果面积小,产量,产值低。安塞县年平均气温为7.9℃~9.1℃。由于安塞县年降水量、生长期间降水量偏少,≥10.0℃积温偏低,年无霜期偏短等,

因而不是苹果的优质生产区,而相邻宝塔区为苹果的优质生产区。由于安塞县为典型的黄土丘陵沟壑区,具有许多适宜优质苹果生产的小地形、小气候^[13],如坊塌、皮塌、陈家洼等,光照充足,昼夜温差大,利于苹果着色和糖分积累,生产的苹果糖度、酸度分别为 15.24%,0.32%,高于洛川等优质苹果生产基地。因此,安塞县在海拔 1 100~1 200 m 左右的阳坡地、半阳坡地应积极发展鲜食苹果。发展过程中应注重早、中、晚熟品种的搭配。早熟品种海拔可高,晚熟品种海拔宜低。

目前陕西省安塞县苹果生产中应该作以下几方面的工作。(1) 是加强幼园管理,促进早日挂果。目前幼园面积达 6 670 hm²,修剪要“少动剪刀勤动手”,以轻剪为主,加强生长季节的修剪^[14]。水肥管理要“春促秋控”,促进枝条健壮生长,早日挂果。由于黄绵土的通透性良好,如无灌溉条件,栽植时不必挖大坑或开槽,以 50 cm×50 cm×50 cm 大小的坑为主。幼树越冬时切莫“堆土墩”,并加强果园防护林建设

等^[15];(2) 提高果品产出率。目前挂果园产量低,经济产值低,经济产值年限短,应加强水肥管理,注重更新复壮。山地果园通风透光良好,“大改形”应合理利用,不可照搬洛川、白水等地的做法。山地果园不可种草,以防争水争肥;(3) 是加强技术创新与培训。在技术推广方面,应加强技术创新,将外来技术与当地的实际情况相结合,促进苹果产业的发展。

安塞县仁用杏面积比较大,但开花不结果,经济效益差^[16]。目前川地、梯田仁用杏园大多遭到砍伐。安塞县仁用杏生产中存在的主要问题是:花期、幼果期霜冻频繁且强度较重(表 3),易冻花冻果;选择的主栽品种为龙王帽,树体生长量小,开花早且花期短,不抗霜冻^[17];大多数杏园建立在南坡坡地上,培育的树形以开心形为主,树体的结果部位较低,选留的结果枝为花束状果枝和短果枝,开花早、花期短且集中,不易躲避霜冻等。建议该区积极选育开花晚、抗霜冻的仁用杏品种,加强栽培管理,同时建立以山杏、山桃为主的生产基地。

表 3 安塞县不同年份仁用杏、山杏和西伯利亚杏花期及幼果期的霜冻状况及产量

年份	花期及幼果期 霜冻次数	最晚霜冻		4 月份最低温度		产量		
		日期	气温/℃	日期	气温/℃	仁用杏	山杏	西伯利亚杏
1995	9	-0419	-1.1	-0409	-3.6	0.01D	0.01E	0.01E
1996	12	-0421	-0.6	-0406	-2.7	0.01D	0.01E	0.01E
1997	5	-0411	-2.2	-0410	-2.8	0.02D	0.02E	0.02E
1998	0	-0328	-0.4	-0424	+1.7	1.82A	2.48A	2.46A
1999	5	-0413	-0.6	-0404	-1.4	0.92C	1.56C	1.41C
2000	7	-0416	-1.2	-0415	-3.2	0.01D	0.01E	0.01E
2001	9	-0415	-1.9	-0414	-3.4	0.01D	0.01E	0.01E
2002	5	-0418	-0.3	-0410	-1.4	0.89C	1.08D	1.01D
2003	1	-0407	-1.5	-0407	-1.5	1.17B	1.84B	1.63B
2004	1	-0408	-1.1	-0408	-1.1	1.34B	2.13B	1.86B

注:表中数据采用新复极差法检验,a,b,c表示显著水平达 0.05,A,B,C,D,E表示显著水平达 0.01。

3.4 加强畜牧主导产业的建设

安塞县土地资源广阔,草地畜牧业和农区畜牧业有机结合应成为该县的主要产业之一。近年来安塞县实施“以草定畜,草畜配套”的原则,走小群体、大规模、多元化发展路子,逐步形成了山区拐沟牛和羊,川道矿区猪和鸡,城镇郊区奶、蛋、禽的畜牧业发展格局。目前安塞县草畜业已实现产值 8.15×10⁷ 元。

安塞县在发展畜牧业中应加强以下几个方面工作。(1) 注重发展区域特色经济,变“粮—经”二元种植结构为“粮—饲料—经”三元种植结构,稳定耗粮型猪禽养殖数量,增加草食型牛、羊的数量;(2) 对现有天然草场进行改造,扩大人工草场和林草的种植面积,种植多年生豆科、禾本科牧草,如紫花苜蓿、胡枝

子、白羊草等;(3) 对间隙地、休闲地间作套种豆科绿肥,实施粮草轮作技术,养地与养畜相结合;(4) 科学合理利用农作物秸秆,大力推广玉米全株青贮、微贮技术,提高青贮饲料的利用率和营养价值;(5) 研制、筛选和推广肉牛、肉羊育肥中以粗饲料为主的营养控制剂新配方、犊牛代乳配方等新产品,推广肉牛、肉羊冬季温室育肥技术;(6) 以种羊场、种牛场为主,抓好良种繁育体系,采取纯繁、改良相结合,逐步形成良种场→扩繁基地→商品基地良种繁育体系,积极引进和推广白绒山羊、肉用杂交羊和利木赞、红安格斯、西门塔尔及秦川牛和三元杂交猪等优良畜种,加快畜禽良种化进程,健全县、乡、村三级服务体系,加强疫病防疫体系建设。

3.5 促进设施蔬菜持续健康发展

安塞县土层深厚,冬春季降水稀少,光照充足,1992年从山东引入日光温室蔬菜栽培技术,十多年来已发展日光温室2万栋,大弓棚1万棚,年产蔬菜 9.2×10^4 t,产值 1.25×10^8 元,占农业总产值的70%以上,全县农民年均蔬菜纯收入1000元,形成了“黄瓜村”、“茄子村”、“西葫芦村”等,涌现出一大批以经营蔬菜为主的营销大户,逐步形成了外连市场、内连基地、农户的营销网络,走上了“以销带产、以产促销”的市场化运作道路。

由于设施蔬菜生产位置相对固定,投入相对较高,栽培品种相对单一,多年连作等,促成和加剧了连作障碍和土壤盐渍化,造成随种植年限的增加,蔬菜产量降低,品质下降,病虫害加剧,效益下降,威胁着设施农业的可持续发展。今后应加强轮作,如黄瓜与玉米、豇豆、大豆轮作,吸收土壤中过高的养分,减轻土传病害的发生,提高产量和产值,有效预防土壤连作障碍的产生。蔬菜施肥中应量化施肥,以产施肥,施肥中应控制氮磷肥,增施钾肥,重施腐熟有机肥,补施微肥等。改土壤施肥与叶面喷肥相结合,增加施肥次数,减少每次施肥用量,提高肥料利用率,延缓或避免因不合理施肥而引起的连作障碍。灌溉时采用膜下暗灌或滴水灌溉,降低棚内湿度,为蔬菜生长发育创造良好的生长环境,控制蔬菜病害的发生。避免大水漫灌,减少水分蒸发,有效阻止盐分随水流上移,减轻土壤连作障碍。前茬蔬菜拉秧后,高温期将棚膜揭开,充分利用自然降雨,淋溶土壤中的有害离子,同时高温杀死部分病原菌,减少土壤中残留病原菌的数量,预防或延缓连作障碍的产生,为设施蔬菜可持续发展提供技术保障^[18]。

水土保持型生态农业建设涉及到农村生产力、生产关系等各个方面。建设中既要着眼当前,促其快速起步;又要放眼长远,从深层次着手,健全运行机制,保证水土保持型生态农业健康持续发展,改善农村生态环境、促进农村经济快速增长。

安塞县水土保持型生态农业建设中应注意以下几个问题:一是布局区域化;二是生产专业化;三是经营规模化;四是管理一体化。水土保持型生态农业建设中坚持有机农业与无机农业相结合,生态农业与常规农业相结合和综合利用的可持续农牧业发展方向,走农林草牧并重,种、养、加相结合的道路。水土保持型生态农业建设中既要保持农牧业生产体系中必要的生态协调,又要增加资金、物质与科技投入,以提高产量和生产效率,同时要保持资源持续性生产的潜力和后劲,不能竭泽而渔。产品生产营销中,应根

据市场需求,做到你无我有,你有我优,你优我廉的“优质”、“名牌”经营战略思想。

[参 考 文 献]

- [1] 卢宗凡. 水土保持型生态农业的建设与黄土丘陵沟壑区的治理[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1999, 5(专辑): 75—78.
- [2] 来亚红. 浅议区域生态农业主导产业选择应遵循的原则[J]. 现代农业, 2006(4): 6—7.
- [3] 党耀国, 赵庆业, 刘思峰, 等. 农业主导产业评价指标体系的建立及选择[J]. 农业技术经济, 2000(1): 6—9.
- [4] 安塞县农业区划委员会. 安塞县农业资源调查与农业区划报告集[R]. 1988. 220—231.
- [5] 杨会蒲, 侯喜禄. 黄土丘陵区主要人工林水保及其土壤水分生态效益研究[J]. 陕西林业科技, 2002(1): 24—29.
- [6] 白岗栓, 侯喜禄, 张占雄. 油松—沙棘混交模式对生境和油松生长的影响[J]. 林业科学, 2006, 42(8): 37—43.
- [7] 白岗栓. 陕北丘陵沟壑区不同整地方式对果树生长环境的影响[J]. 水土保持通报, 1998, 18(7): 11—14.
- [8] 刘绪军, 刘丙友, 景国臣, 等. 新修梯田对土壤理化性质及作物产量的影响[J]. 水土保持研究, 2007, 14(1): 276—277, 280.
- [9] 吴发启, 张玉斌, 宋娟丽, 等. 水平梯田环境效应的研究现状及其发展趋势[J]. 水土保持学报, 2003, 17(5): 28—31.
- [10] 李勉, 杨剑锋, 侯建才. 王茂沟淤地坝系建设的生态环境效益分析[J]. 水土保持研究, 2006, 13(5): 145—147.
- [11] 冉大川, 王正果, 胡建军, 等. 基于粮食需求的黄土高原地区淤地坝建设规模与论证[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 130—136.
- [12] 焦菊英, 王万忠, 李靖, 等. 黄土高原丘陵沟壑区淤地坝的淤地拦沙效益分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 302—305.
- [13] 白岗栓, 杜社妮. 陕北丘陵沟壑区果树适地适栽与节水灌溉[J]. 水土保持通报, 2000, 20(6): 33—35.
- [14] 白岗栓, 杜社妮, 侯喜禄. 不同修剪措施对苹果幼树生物量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2005, 33(1): 91—95.
- [15] 白岗栓, 杜社妮, 侯喜禄. 陕北丘陵沟壑区果园防护林对果树生长环境的影响[J]. 水土保持通报, 1997, 17(7): 14—17, 83.
- [16] 白岗栓, 杜社妮. 陕北丘陵沟壑区苹果优质丰产栽培体系研究[J]. 水土保持通报, 2000, 20(2): 32—35.
- [17] 杜社妮, 白岗栓, 侯喜禄. 白于山区仁用杏基地建设气候环境分析及探讨[J]. 科技导报, 2005, 23(12): 49—51.
- [18] 梁银丽, 陈志杰, 徐福利, 等. 黄土高原设施农业中的土壤连作障碍[J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 134—136.