

# 黄土高原沟壑区高产高效农业综合发展研究

郝明德, 李军超, 党廷辉

(中国科学院 水利部 水土保持研究所, 西北农林科技大学 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:** 长武王东沟小流域试验示范区围绕高原沟壑区区域特点, 探索农村产业结构优化模式, 进行深层次农村产业结构调整, 由历史上以粮食种植业为主的一元结构发展到现在的粮、果、工副三元产业结构阶段; 根据不同降水年型旱作生产力的特性, 提高水肥资源的利用效率, 实现旱作产量潜势的高实现率, 15 a 平均粮食单产达到  $4\ 100\text{ kg}/\text{km}^2$ , 在人均旱作粮田仅为  $733\text{ m}^2$  的条件下, 做到粮食基本自给; 根据高原沟壑区水土流失特点开展水土流失治理和植被建设, 高标准地完成了塬、坡、沟水土流失综合治理, 林草覆盖率达 43%, 水保治理度达 92%, 土壤侵蚀模数降至  $504\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 控制水土流失效果十分显著。

**关键词:** 高原沟壑区; 产业结构; 综合治理

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2002)05—0005—04

中图分类号: S181, F326

## Comprehensive Development of Highly Productive and Effective Agriculture on Gully Region of Loess Plateau

HAO Ming-de, LI Jun-chao, DANG Ting-hui

(*Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling 712100, Shaanxi Province, China*)

**Abstract:** Agriculture industrial structure of Wangdongguo watershed developed from unitary structure with planting food mostly in history to three parts structure including food, fruit and industry by exploring optimize pattern of agriculture structure and regulating agriculture industrial structure according to the characteristics of gully region of loess plateau. By increasing efficiency of water use and fertilizer resources, and gaining highly potential dryland output, average food per product in 15 years reached  $4\ 100\text{ kg}/\text{km}^2$ , thus food could be self-support basically with one person only possessing  $733\text{ m}^2$  dryland field; Soil and water loss controlling and vegetation construction have been developed according to the characteristic of soil and water loss on the gully region of loess plateau. Now, soil and water conservation in Yuan physiognomy, slope and gully have been finished in high standard with plant covering rate reaching 43%, soil and water loss controlling rate reaching 92%, soil erosion modulus decreasing to  $504\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , the controlling effect is notable.

**Keywords:** the gully region of loess plateau; industrial structure; comprehensive controlling

长武试验示范区代表黄土高原两大类型区之一的高原沟壑区, 位于陕西省长武县王东沟小流域, 所在的长武县历来是粮食生产、水土保持和林业建设的先进县, 生产治理水平居黄土高原前列。1986年试区建立时水土流失治理程度已达 71%, 林草覆盖率达 18%, 侵蚀模数为  $1\ 860\text{ t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ , 粮食产量  $2\ 700\text{ kg}/\text{hm}^2$ , 人均纯收入 230 元, 总人口 1 885 人, 在黄土高原属人口高密度区, 人口密度为  $227\text{ 人}/\text{km}^2$ , 文化素质低, 文盲率 25%, 劳动年龄人口中高中文化程度不足 10%, 人均土地少, 综合发展回旋余地有限。因此, 长武试区所遇到的矛盾, 也将是其它地区今后可能遇到的问题。

### 1 研究区的自然与社会经济概况

长武王东沟试验示范区位于陕西省长武县, 是黄土高原沟壑区的典型, 代表面积  $5.30 \times 10^4\text{ km}^2$ , 东经  $107\ 40\ 30$ — $107\ 42\ 30$ , 北纬  $35\ 12\ 16$ — $35\ 16\ 00$ , 西有董志塬, 东有洛川塬和隰县—吉县塬, 是所在省粮食主产区, 也是我国重要的旱作农业区。属暖温带半湿润大陆性季风气候。年日照时数 2 226.5 h, 年太阳总辐射量  $483\ 700\text{ J}/\text{cm}^2$ , 年均气温  $9.1$ , 塬面 0 活动积温  $3\ 688$ , 10 活动积温  $3\ 029$ , 年均无霜期 171 d, 年均降水量 584 mm, 且年季间分布不均。进入 20 世纪 90 年代以来干旱频繁发生。

收稿日期: 2002-04-21

资助项目: 国家自然科学基金项目(40171058); 中国科学院知识创新方向性项目(KZCX2-413)

作者简介: 郝明德(1957—), 男(汉族), 陕西省华县人, 研究员, 博士生导师, 从事土壤肥力与黄土综合治理研究。电话(029) 7012322,

E-mail: haodong@public.xa.sn.cn

长武王东沟试区含王东与丈六 2 个行政村, 11 个村民小组, 分居 7 个自然村。总土地面积 8.3 km<sup>2</sup>, 从农业土地利用角度可分为 3 种地貌类型, 即塬面、梁峁坡及沟谷, 面积分别占 35.0%, 35.6%, 29.4%。塬面地历来以种植业用地为主, 已建成林网方田, 梁峁坡地均实现梯田化, 沟谷地以造林种草保护为主。

## 2 高产高效农业综合持续发展研究

### 2.1 优化农村产业结构

试区同全国广大农村一样, 在实行家庭联产承包制以前的 30 a 间, 由于片面强调“以粮为纲”使农村经济发展受到严重限制, 治理前的农村产业结构单一, 产业结构模式为: 农业以种植业为主, 种植业以粮食为主, 粮食以高产作物为主, 粮食种植业收入占总收入 80% 左右。20 世纪 80 年代以后, 农村副业发展迅速, 建立试区时副业收入占 1/3 以上(表 1), 但收入水平较低。

表 1 治理前农村产业结构(1986)

| 项 目                   | 粮食    | 经作   | 果业   | 林业    | 养殖    | 副业  | 合计    |
|-----------------------|-------|------|------|-------|-------|-----|-------|
| 面积/hm <sup>2</sup>    | 230.6 | 28.9 | 27.4 | 168.7 | 99.8  | —   | 555   |
| 比例/%                  | 41.5  | 5.2  | 4.9  | 30.4  | 18.0  | —   | 100   |
| 总收入/10 <sup>4</sup> 元 | 498.6 | 56.6 | 14.6 | 26.9  | 133.5 | 429 | 1 159 |
| 比例/%                  | 43.0  | 4.9  | 1.3  | 2.3   | 11.5  | 37  | 100   |

在水土流失区, 调整农村产业结构是发展农村经济、优化生态环境的必要手段。农村产业结构调整必须合理利用资源, 促进社会经济的快速发展和生态环境的根本改善。明确提出了当地农村产业结构优化模式为: 种植业+ 果业+ 工副业三元结构, 近期农村产业结构调整主要围绕产业结构内部的效益、品种、质量进行调整。

#### 2.1.1 产业结构调整的特点

(1) 产业结构调整的持续性: 农村产业结构受全社会经济发展水平、技术进步与人们生活水平提高的影响, 农村产业结构调整需要持续进行, 逐渐走向成熟。农业及相关产业的技术进步支持了产业结构调整, 如良种、化肥、塑料薄膜的使用, 都为结构调整的持续性创造了条件。

(2) 农村产业结构中各业的相关性: 农林果牧副各业都涉及到用地和资金、劳力的投入, 它们之间既有互相支撑、互相依存的一面, 也有争地、争劳力的矛盾, 在多元技术供给的农村各业, 不可能齐头并进地发展。产业结构调整也是各业协调的过程。

(3) 农村产业结构的多层次性: 该地区第一层次为农(种植业)、果、林、牧、副业; 第二层次是上述各业

的内部结构, 如种植业中分为粮食和经济作物; 第三层次是第二层次内部的细分, 如粮食作物中的小麦、玉米、豆类, 果业中的苹果、梨、桃等种类; 第四层次是各个种类内部的品种质量结构。到“八五”末, 试区基本完成了第一、二、三层次的调整, 种植、果、林、牧业用地比例为 1 0.5 1.2 0.1。“九五”完成品种和质量的调整, 主栽作物小麦、玉米、烤烟、瓜菜等都是抗逆性强的高产型新品种, 苹果逐步以红富士取代秦冠等。

2.1.2 影响农村产业结构的主要因素 土地利用方式和劳动力投入方向。1986 年建立试验示范区时, 提出“提高塬面粮食产量, 开发沟坡土地资源”的方针, 将粮食作物布局在土地较为平整的塬面, 将经济林与生态林规划在地形复杂的沟坡地带。土地资源利用趋向合理, 土地利用结构进一步得到优化。

农村劳动力合理流向是产业结构调整的重要内容, 对劳动力的调配也是产业结构调整的一环之一。210 hm<sup>2</sup> 粮田, 123 hm<sup>2</sup> 果园、林业、养殖、水保工程、各种家务劳动等约占总工日的 2/3, 尚余 1/3 工日可以从事各种劳务、经商、运输、建筑等多种工副业活动。现在平均每户至少有一个劳动力在从事工副业活动, 其收入已占到总收入的 2/5。家庭的主要劳力是季节性外出, 多余的劳力长年在外, 使劳动力资源得到优化配置。

2.1.3 农村产业结构调整的原则 (1) 发挥本地资源优势: 结构调整必须立足于本地自然、社会资源及经济优势, 面向市场, 突出特色。在高原沟壑区形成了粮果种植业, 这就要求有较稳定的耕地面积作保证。(2) 遵循市场经济规律: 农产品市场的竞争, 实质是产品质量的竞争。现在的消费需求从数量需求变成质量需求, 在结构调整中要顺应市场经济的发展趋势, 向品种和品质要效益。(3) 以效益为中心: 在结构调整中一定将经济效益放在首位, 提高农业生产的比较效益, 增加农民的纯收入。达到农民收入快速增长和农村经济的稳步发展的目标。

2.1.4 产业结构调整的效果 经过“七五”和“八五”的调整, 试区农村产业结构已从以种植业为主的“一元结构”经过“二元结构”, 调整形成了种植业、果业和农村工副业稳定而合理的三元结构格局。在三元产业结构阶段, 对农村产业结构调整由产业第一层次的配置调整逐步发展到产业结构内部的深化调整。由最初的种植业为主的低效益阶段发展到种植业与果业各占 20%、工副业占 40% 的高效益阶段(表 2), “九五”种植业用地减少了 28.5%, 粮食单产增加 66.7%, 粮食总产量提高了 15.6%; 果业总收入成倍增加, 农村

工副业收入持续增加,带来了收入水平的大幅度提高,2000年农民人均纯收入达到2513元。

表 2 “九五”期间农村产业结构(年平均值)

| 项目                    | 粮食    | 经作   | 果园    | 林业    | 养殖   | 工副业   | 合计  |
|-----------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|-----|
| 面积/hm <sup>2</sup>    | 171.1 | 34.1 | 114.7 | 246.9 | 13.7 |       | 581 |
| 比例/%                  | 29.5  | 5.9  | 19.7  | 42.5  | 2.4  |       | 100 |
| 总收入/10 <sup>4</sup> 元 | 127.0 | 32.6 | 173.2 | 1.1   | 40.1 | 288.1 | 662 |
| 比例/%                  | 19.2  | 4.9  | 26.2  | 0.2   | 6.0  | 43.5  | 100 |

## 2.2 提高水肥利用效率,促进粮食生产持续发展

2.2.1 试区粮食生产状况 在高原沟壑人口高密度的长武试区,人均粮田较少。“九五”期间人均土地、人均耕地和人均粮田分别为0.37hm<sup>2</sup>,0.09hm<sup>2</sup>和0.07hm<sup>2</sup>,如此紧缺的土地资源成为限制当地经济发展和粮食生产的重要因子。受人均耕地、人均粮田最基本的资源条件制约,粮食生产的水平和规模也只能定位在基本自给。

由于自然因素尤其是降水量的影响,产量年际间存在很大的波动性,水肥资源利用效率低。氮磷肥的利用率受年际降水量影响,波动性大。15a试验结果,氮肥利用率变幅为6.4%~61.0%;磷肥利用率变幅为3.7%~19.8%(图1)。由肥料利用率与生育年降水的直线相关性看,氮肥利用率与降水关系密切,其相关系数为0.658<sup>\*</sup>(n=15),达到了1%的显著水平。而磷肥利用率与降水关系不大。20世纪90年代以来,该区域进入历史上少有的干旱期,平均降雨量低于多年平均值,降水年季间分布不均。干旱频繁发生,1992,1995,1997,2000年严重干旱,带来作物严重减产。

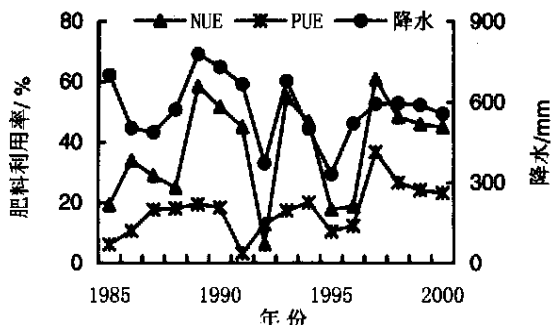


图 1 不同试验年度肥料利用率与生育年降水量

2.2.2 提高旱作粮食生产力 根据不同降水年型肥料优化施用模式,建议丰水年增加氮肥用量以增加粮食产量,干旱年增加磷肥用量稳定粮食产量,正常年份采用最佳N,P施用量,丰水年NP比以3:1为宜,干旱年NP以1:1为宜,常态年NP比以2:1为宜。由于实施了粮食生产综合丰产技术,实现了旱作产量潜能的高实现率。主要包括:大面积应用高产

抗逆的作物新品种、实施优化施肥模式、加强以覆盖为主的农田水分管理等措施,在不利气候情况下,15a平均粮食单产4170kg/hm<sup>2</sup>,自1986年进行科技攻关以来,长武王东沟试验示范区粮食产量显著高于所在的长武县(图2),达到黄土高原同类地区粮食生产较高水平。

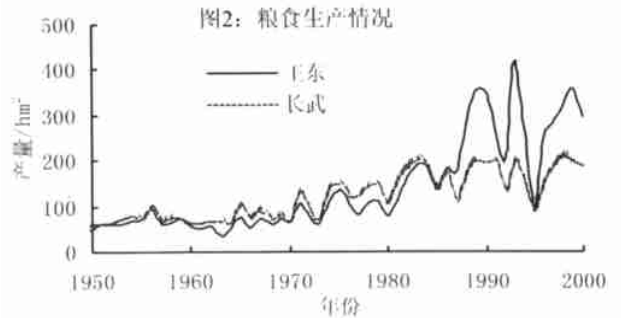


图 2 长武试区与长武县粮食生产情况

## 2.3 完善沟坡开发技术体系

2.3.1 完善沟坡道路体系 沟坡道路体系是沟坡农业生态系统与外界进行物质和能量交换的通道,是沟坡开发的主要基础设施。长武试区的沟坡道路总长度达到39.75km,沟坡道路密度4.1km/hm<sup>2</sup>,居同类型地区之首。

(1) 沟坡防蚀道路防护。采用拱形路面,中心拱高10~20cm;在靠土崖一侧设置蓄水槽,水槽的长、宽、深分别为200,50,50cm,可根据路宽、陡缓作适当调整,容积为0.5m<sup>3</sup>,槽子之间设置土档,以截蓄水流;在路边土崖每隔40~50m布设1个蓄水窑窖,体积极约10m<sup>3</sup>,并定期清理淤泥。

(2) 边坡生物防护。可选择花椒、桑、矮化枣树做路边防护树种,栽植灌木、草等植被防护边坡,可供选择的草灌木有小冠花、冰草、萱草、紫穗槐、木槿、沙棘、杞柳以及野生的混杂草灌等。

2.3.2 建设沟坡引水工程,高效利用有限水资源 王东沟内有7处泉水,日涌水量468.6m<sup>3</sup>,全年涌流量1.71×10<sup>5</sup>m<sup>3</sup>,主要用于小高抽提水解决人畜饮水,年利用量约1.80×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,剩余的约80%的泉水流出境外未被利用。为了高效利用这一有限水资源,我们利用原来的小高抽设备,铺设管道15.5km,实施沟坡引水工程,使沟坡果园能够得到补灌,提高沟坡果园的生产管理水平。

2.3.3 实施经济林优果工程技术 果业生产是沟坡土地高效利用的具体体现。长武试区沟坡土地面积占总土地面积的2/3,治理前多数处于低产或荒芜状态,1986年以来实施沟坡果园建设工程的发展,果园面积已达123hm<sup>2</sup>,沟坡果园面积为76.4hm<sup>2</sup>,占果

园总面积的 64.5%。人均果园面积已达  $667 \text{ hm}^2$ , 果园占生产用地面积的 13.8%, 总产量稳定在 1 500 t 以上。实施果园优质丰产技术、优化品种结构、优化施肥、加强肥水管理技术, 实施果园覆盖技术、推广节水灌溉技术。建立产后贮、销体系。利用黄土高原深厚土层和气候冷凉的特性, 修筑地下窑洞式果库贮藏果品, 果品储藏量增加。同时建立了一些相对固定的销售网络, 以提高果品的附加值。

2.3.4 完善沟坡防护林体系 王东沟小流域属于落叶阔叶林带。由于几千年的活动, 原生植被已被破坏殆尽。建国以来进行了几次大规模的植树造林工作。现在的植被为人工次生林, 主要包括防护用材林与经济林 2 种类型。

现有的防护用材林地面积有  $247 \text{ hm}^2$ , 林树种单一, 以刺槐林为主, 面积为  $195.7 \text{ hm}^2$ 。其次还有油松林、侧柏林、山杏林等。

经济林以苹果为主, 面积达  $123 \text{ hm}^2$ , 占经济林面积的 90%。完善沟坡防护林具体措施为: 在古代沟坡发展经济林, 在现代沟谷和难利用土地发展生态林和灌草植被, 在较陡阳坡发展复合林、混交林, 配置成油松、侧柏、刺槐纯林和油松+侧柏、侧柏+刺槐混交林。配置复合人工经济植物群落, 在刺槐林下栽植盾叶薯蓣和黄花菜等经济植物, 改善当地的生态环境。

#### 2.4 提高水土保持效益技术措施

王东沟小流域从 1972 年开始开展水土保持治理, 主要工程措施是塬面填胡同、平整土地、缓坡修梯田、28 以下的梁坡或塬坡修窄埝, 水土流失得到明显控制。

自 1986 年以来开始流域综合治理, 根据高原沟壑区不同地形、不同土地利用条件下的水土流失规律, 优化配置水土保持措施, 建立完善的水土保持技术体系。水土保持工程措施主要是完善方田林网、水平梯田, 建立村庄道路防护、沟坡道路防蚀工程体系, 水土保持生物、农业措施是完善农田防护林网、沟坡营造经济林、沟谷营造水保林等。

在塬面区域以农田防护体系与涝池群排蓄体系共同发挥作用, 使水不下塬; 在沟坡区域修梯田、发展生态果园、配置人工复合植被、完善沟坡防蚀道路、修建蓄水窑窖等措施, 减少坡面径流, 使水不带沙; 在沟底则以生物措施与工程措施相配套, 进行分段拦蓄, 使泥不出沟。

### 3 农村面貌发生巨大变化

经过科技攻关, 长武试区农村经济快速发展, 村

民的生活水平有了较大提高, 消费结构与方式发生了较大变化。据统计, 在科技攻关的 15 a 中(1986—2000) 共建新房 1 566 间, 超过了攻关前 36 a(1949—1985) 建房总数的 2.3 倍, 人均住房面积从  $5.1 \text{ m}^2$  增加到  $14.2 \text{ m}^2$ , 其中“九五”期间建房  $10 140 \text{ m}^2$ , 农民的耐用消费品中家电产品成为主流, 电视机逐步普及, 洗衣机、音响、摩托车、电话数量大幅增加, 部分农民有了自己的汽车。

## 4 结 论

(1) 水土流失治理与生态环境建设必须与农民致富需求相结合。长武试验示范区在以土地高效利用为基础的农村产业结构调整中, 农村产业结构由原来的种植业一元结构逐步发展为现在较为合理稳定的种植业、果业、工副业三元结构格局。农民人均收入由建立试区时的 230 元增至 2000 年 2 513 元, 已有 20% 的农民专门从事果业种植与销售, 有 25% 的农民离开土地从事第三产业, 引起农村经济成分变化。

(2) 建立不同降水年型粮食作物丰产抗灾技术体系, 实现旱作产量潜势的高实现率, 作到粮食基本自给。1986 年来的 15 a 平均粮食单产达到  $4 100 \text{ kg/km}^2$ , 在种粮面积不断下降、人均粮田 0.07 的情况下, 保障了粮食基本自给。

(3) 实现了王东沟小流域农业生态系统的高效与相对稳定性。通过实施建设塬面高产农田、沟坡生态果园、沟谷水土保持防护林等措施, 建成塬面农田防护林体系、沟坡经济林体系、沟谷水保林体系。林草覆盖率达 43%, 其中农田防护林占 5%, 经济林占 15%, 生态林占 20%, 草地占 3%。林草配置合理, 彻底改善了农村的经济环境和生态环境。这对于该类型区农业持续发展具有直接指导作用, 在其它类型区也有很好的借鉴作用。

#### [参 考 文 献]

- [1] 李玉山, 苏陕民. 长武王东沟高效生态经济系统综合研究[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1991.
- [2] 宋桂琴. 黄土高原土地资源研究的理论与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1996.
- [3] 郝明德, 梁银丽. 长武农业生态系统结构、功能及调控原理与技术[M]. 北京: 气象出版社, 1998.