

黄土高原旱作农田 降水资源高效利用

High-Efficiency Utilization of the Rainfall
Resource in the Loess Plateau Dryland Field

廖允成 付增光 韩思明 编著



 陕西科学技术出版社

国家自然科学基金项目(30070439)

研究成果

国家科技攻关(85-008-01-05,96-004-05-08)

黄土高原旱作农田降水资源高效利用

High-Efficiency Utilization of the Rainfall Resource
in the Loess Plateau Dryland Field

廖允成 付增光 韩思明 编著

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

黄土高原旱作农田降雨资源高效利用/廖允成,付增光,韩思明编著. —西安:陕西科学技术出版社, 2003.11

ISBN 7-5369-3732-6

I. 黄... II. ①廖...②付...③韩... III. 黄土高原—旱作农业—降雨—资源利用 IV. S275.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第105734号

出 版 者	陕西科学技术出版社
	西安北大街131号 邮编 710003
	电话(029)7211894 传真(029)7218236
	http://www.snstp.com
发 行 者	陕西科学技术出版社
	电话(029)7212206 7260001
印 刷	西北农林科技大学印刷厂
规 格	787mm×960mm 开本 16
印 张	17.25
插 页	4
字 数	330千字
印 数	0001~1000
版 次	2003年11月第1版
	2003年11月第1次印刷
定 价	30.00元

版权所有 翻印必究

(如有印装质量问题,请与我社发行部联系调换)

序

黄土高原是中华民族农业的发源地,传统农耕文明的精华宝地。该地区具有较广阔的土地资源,丰富的光热资源,质地良好的深厚黄土,独具特色的旱作农业以及综合发展农林牧业的有利条件。不仅如此,该区还是我国重要的能源基地,是最具开发价值的地区之一,在整个国民经济和社会发展中占有非常重要的地位。

然而由于长期的自然与社会等多种原因,黄土高原的生态环境十分脆弱,严重的水土流失和频繁的干旱同时发生是其重要特征,这不仅严重影响该区农业的可持续发展,而且成为黄河下游的安全隐患。其中,水资源短缺、降水量少且时空分布不均、旱灾频繁是黄土高原农业发展最主要的自然限制因素,也是考虑其农业发展对策的一个基本立足点和出发点。对此,依托现代科技进步,实施对降水充分保持和高效利用的策略,极尽可能地提高有限降水的利用率和利用效率则成为黄土高原农业可持续发展的基础。

“七五”以来,“黄土高原区域治理与发展研究”等科技攻关项目,在科技部、农业部和有关省、自治区政府的大力支持下,广大科技人员团结协作,联合攻关,取得了一批重要科技成果,有力地推动了黄土高原农业和农村经济的发展。从江泽民同志提出“再造一个山川秀美的西北地区”和朱镕基同志提出“退耕还林(草)、封山绿化、个体承包、以粮代赈”的生态建设 16 字政策措施,到党中央、国务院明确提出“西部大开发”战略,黄土高原旱地农业的发展进入了一个新的历史阶段。

西北农林科技大学廖允成副教授、付增光副研究员和韩思明教授以多年的试验研究工作为基础,综合近年来国内外发表、出版的论著,撰写出《黄土高原旱作农田降水资源高效利用》一书,这是一件令人十分高兴和值得庆贺的事。我认为,这部著作的主要特点和独到之处在于:试验基础深厚,立论基础坚实,有很强的实用价值。

20 世纪 80 年代以来,作者在黄土台原的典型区域——乾县枣子沟流域,围绕“旱作农田降水资源高效利用、改善生态环境、提高农业综合生产力”这一主线做了大量的田间试验研究,在旱作农田降水高效利用的理论与实践方面取得了卓有成效的进展,特别是针对黄土台原区不同地形地貌和自然条件提出的多种自然降水高效利用栽培模式与综合配套技术,在同类工作中具有创新性,对指导

黄土高原台原地区旱作农业的可持续发展具有重要的学术价值和实际应用价值,对于其他地区也有一定的参考价值。

总体上看,这是一本资料翔实、针对性强、理论上有一定深度、实践上有相当广度的专著。我相信,它的出版一定会受到学术界和农业系统的管理者、科技人员以及基层农业工作者的欢迎,并将为推动黄土高原雨水的资源化管理和农业高效利用发挥其应有的作用。

中国工程院院士 山 刘

2003 年 8 月于杨凌

前 言

干旱是个世界性问题,水资源短缺已经严重危及农业可持续发展能力,这在我国黄土高原地区表现的尤为突出。黄土高原是我国旱地农业的主要实施区域,降水是其农业生产的主要水分来源。然而该区不仅年降水量有限,而且分布不均,夏季多大雨、暴雨,加之地形起伏不平,致使有限的降水资源大部分化为非目标性输出;储存在土壤里的降水通过蒸发大量损失;而现行种植的作物种群大多数用水效率低。更为普遍的是,土壤肥力低下,制约了有限水分的高效利用。目前大部分地区农田的自然降水利用率约为40%,粮田水分利用效率仅 $4.5\sim 6.0\text{ kg}/(\text{mm}\cdot\text{hm}^2)$ 。可见,干旱固然是该区农业生产的经常性威胁,然而降水资源的非充分利用乃是酿成旱灾的更为直接的原因。我国黄土高原农业曾经有过辉煌的历史,现行的旱农技术源远流长,与过去一脉相承。但这些技术对水、肥、气、热的调控能力很低,远远不能满足主要大田作物的需求。同时,一些耗水型或要求稳定水分供应的经济作物由于缺水而无法得到发展,经济效益低,难以走上良性发展轨道,不能解决目前遇到的实际问题。因此,要改变这一地区的贫穷落后面貌,必须变革旧的指导思想,寻找新的生长点。通过近十多年的探索,我们认为,在黄土高原现有条件下进一步发展旱作农业最有效的途径就是:就地人工富集天然降水,实施雨水的资源化管理和高效利用,将富集的雨水用于农业生产,藉助现代科技进步,持续增进旱区有限雨水的生产潜力。雨水的农业高效利用展示了利用天时、主动抗旱、以雨治旱的蓝图,将会带来雨水高效利用技术的全面提升,为干旱半干旱区,特别是降水量 $250\sim 550\text{mm}$ 的旱农中心带的旱作农业提供了一项新的技术体系,奠定了21世纪旱作农区可持续发展的技术基础。

长期以来,学术界和生产部门在总结传统旱农经验的基础上,对黄土高原地区旱作农业的发展进行了有益的探索,如20世纪60年代的生物措施与工程措施之争,70年代的水肥之争,80年代的有机与无机之争,90年代的水保型农业与径流农业之争……这些探索和实践,极大地推动了黄土高原旱地农业的发展。我们从20世纪80年代初期开始,就在黄土高原半湿润偏旱区的典型代表——陕西东部的澄城县、西部的武功县和乾县开展旱地农业的田间试验与综合研究工作。20年来集多学科联合攻关的优势,坚持农、林、牧、草综合发展,生态经济良性循环的指导思想,围绕“旱作农田自然降水高效利用、改善生态环境和提高农业综合生产力”这一中心,在旱作农业的理论与实践方面取得了卓有成效的进展,特别是旱地小麦“全生育期起垄覆膜沟播”“全程微型聚水两元覆盖”“全程地膜覆盖”和“留茬覆盖深松膜侧沟播”等4种自然降水高效利用栽培模式与综合

配套技术的研究与实践具有开创性,对指导黄土高原乃至整个北方旱区降水农业高效利用的发展具有重大的学术价值与实际应用价值。

《黄土高原旱作农田降水资源高效利用》这本著作正是以我们在黄土高原区多年的试验研究工作为基础,并综合国内外专家、学者近年来发表、出版的论著而成,比较系统地反映了我们多年的研究思路及取得的成绩。全书分上、中、下三篇,共 15 章。上篇由 4 章组成,在综合分析黄土高原农业战略地位的基础上,对黄土高原水资源特点、旱地农业类型划分、旱作农田降水生产潜力及开发增进、旱作农田主要作物降水利用效率等问题进行了较为系统的阐述;中篇由 5 章组成,主要基于我们在陕西黄土高原区长期的田间试验资料,对旱作农田自然降水高效利用技术作了系统试验研究,主要内容包括:降水资源高效利用有关理论基础试验,旱作农田蓄水保墒耕作体系,旱作麦田地膜覆盖栽培体系,旱作农田降水高效利用保护性耕作体系;下篇由 6 章组成,在前两篇的基础上,总结归纳了国内外雨水资源高效利用的研究与进展,探讨了黄土高原自然降水高效利用的环境基础,深入评析了黄土高原主要作物的降水生态适应性,分析了旱作农田水肥耦合互动效应,最后提出了黄土高原旱作农田自然降水高效利用的技术体系和实现降水资源化的对策、建议。

本书所涉及的研究课题先后得到科技部、农业部、国家自然科学基金委员会、陕西省科技厅等主管部门的资助。如果说我们多年来的研究实践对黄土高原旱地农业发展起到一定推动作用的话,那么首先要感谢各级科研管理部门,正是他们敏锐、及时的科研立项,才使我们的研究思路得以在实践中检验、实施。我国著名旱地农业专家、中国工程院院士山仑先生在百忙中为本书作序,并对内容编排提出了具体指导意见。本书引用了数以百计的国内外科研单位和科学家的研究成果、论著,力求反映旱区降水资源高效利用研究的动态及进展。西北农林科技大学耕作学集体为我们营造了一个良好的工作氛围,使我们得以在较短时间内完成大量的写作、绘图、统稿等任务。在书稿付梓出版之际,谨向长期支持、关心我们工作及本书出版的所有部门、师长、专家和同事致以诚挚的谢意。

适逢西北农林科技大学建校七十周年(1934—2004),我们谨以此书献给母校七十华诞。

让我们借西部大开发的千载良机,使“旱、薄、粗、穷”的黄土高原在 21 世纪成为历史,再造一个山川秀美、富庶文明的黄土高原。

鉴于作者水平有限,加之研究资料时间跨度大,缺陷及纰漏之处在所难免,敬请广大读者及同仁批评指正。您的支持和厚爱将是作者不断进取的动力。

廖允成 付增光 韩思明

2003 年 8 月于西北农林科技大学

目 录

上 篇

黄土高原水资源及其利用状况

第1章 黄土高原农业的战略地位	(3)
1.1 黄土高原区域概况	(3)
1.2 我国旱地农业的起源地	(4)
1.3 我国粮、油的重要产区	(6)
1.4 我国果畜产品的主要生产基地	(7)
1.5 我国小杂粮商品生产基地	(9)
第2章 黄土高原水资源状况及旱地农业类型划分	(12)
2.1 黄土高原水资源特点	(12)
2.2 黄土高原:典型的旱地农业区	(14)
2.3 黄土高原旱地农业类型划分	(15)
第3章 黄土高原旱作农田降水生产潜力及其开发增进	(23)
3.1 旱作农田降水生产潜力的研究方法	(24)
3.2 黄土高原不同类型旱区主要作物降水生产潜力	(30)
3.3 农田降水生产潜力的适度开发与持续增进	(35)
3.4 微集水种植农田的降水生产潜力	(39)
第4章 黄土高原旱作农田主要作物水分利用效率	(46)
4.1 不同类型旱区主要作物水分利用效率	(46)
4.2 降水高效利用的制约因素	(48)

中 篇

旱作农田自然降水高效利用综合试验

第5章 研究思路与试验区概况	(55)
5.1 研究思路	(55)

5.2	试验区概况	(61)
第6章	降水资源高效利用有关理论基础试验	(65)
6.1	旱作农田水肥互作效应试验	(65)
6.2	旱地蓄水保墒试验	(67)
6.3	土壤紧密度试验	(69)
6.4	土壤耕层肥力梯度试验	(71)
6.5	黄土台原自然降水与小麦产量关系研究	(73)
6.6	黄土台原旱地小麦土壤水分特征及水分利用效率研究	(76)
6.7	旱作农田土壤培肥途径试验	(81)
第7章	旱作农田蓄水保墒耕作体系研究	(87)
7.1	旱作农田深松耕技术研究	(87)
7.2	旱作麦田残茬覆盖耕作技术研究	(96)
7.3	旱作夏闲地聚水保墒耕作技术研究	(109)
7.4	旱作冬闲地聚水保墒耕作技术研究	(115)
第8章	旱作麦田地膜覆盖栽培体系研究	(124)
8.1	旱作小麦起垄覆膜沟播栽培技术研究	(124)
8.2	旱作小麦全程地膜覆盖栽培技术研究	(135)
8.3	旱作小麦不同地膜覆盖栽培模式对土壤水分及产量影响研究	(142)
8.4	旱作地膜覆盖穴播小麦底墒与产量关系研究	(148)
8.5	旱作农田夏闲期高效利用技术研究	(153)
第9章	旱作农田降水高效利用保护性耕作体系研究	(159)
9.1	旱作小麦全程微型聚水两元覆盖栽培技术研究	(159)
9.2	旱作小麦留茬覆盖深松膜侧沟播栽培技术研究	(164)

下 篇

旱作农田自然降水高效利用理论与技术

第10章	国内外雨水资源利用的研究与进展	(173)
10.1	雨水利用的含义与途径	(173)
10.2	国外雨水资源利用的成功经验	(174)
10.3	国内外雨水高效利用的主要类型	(177)
10.4	中国雨水资源农业利用的实践	(179)
10.5	国内外雨水高效利用的共同特点	(181)

第11章	黄土高原雨水集蓄利用的环境基础	(183)
11.1	气候学基础	(183)
11.2	地貌学基础	(184)
11.3	土地利用基础	(188)
第12章	黄土高原主要作物的降水生态适应性及其评价	(189)
12.1	作物降水生态适应性研究概述	(189)
12.2	主要类型区旱地作物生产与降水的关系	(192)
12.3	旱地主要作物水分供需平衡特征	(199)
12.4	旱地主要作物降水生态适应性评价	(207)
第13章	黄土高原旱作农田水肥耦合互作效应	(210)
13.1	水肥耦合互作效应的意义及发展前景	(210)
13.2	黄土高原主要类型旱区水肥状况	(211)
13.3	水肥协同效应及耦合模式	(214)
13.4	水肥高效利用技术体系	(224)
第14章	黄土高原旱作农田自然降水高效利用的技术体系	(227)
14.1	蓄水技术	(227)
14.2	保水技术	(231)
14.3	集水补水技术	(236)
14.4	高效用水技术	(238)
第15章	黄土高原降水资源高效利用的原则及对策	(246)
15.1	降水高效利用的基本原则	(246)
15.2	降水高效利用的对策	(248)
15.3	实施降水资源高效利用的几点建议	(251)
参考文献		(254)

上
篇

黄土高原水资源及其利用状况

第 1 章

黄土高原农业的战略地位

黄土高原农耕历史久远,是我国农业的主要发祥地之一。时至今日,仍以占全国 12.7% 的耕地面积养活占全国 7.2% 的人口。由于远离海洋、四面环山的特殊地理位置,使得该区长期干旱少雨,且年内降雨分布不均,旱灾频繁,旱地农业是其农业经营的主体;独特的丘陵沟壑地貌和成土母质的地质条件使土壤物理结构粗松,水土流失严重,生态环境脆弱,不仅严重影响着该区农业的可持续发展,而且成为黄河下游的安全隐患。

随着近半个世纪来的世界气候干暖化,黄土高原水资源愈益短缺,旱情加剧的趋势愈益明显,加之人口的快速增长,使得以耕耘农业为主要特征而兴起的黄土高原旱地农业的发展与生态环境保护的矛盾变得越来越尖锐。对此,建立在可持续发展基础上的现代生态型旱地农业就成为黄土高原农业发展的重大命题,是黄土高原面向 21 世纪农业的一种积极对策。从江泽民同志提出“再造一个山川秀美的西北地区”和朱镕基同志提出“退耕还林(草)、封山绿化、个体承包、以粮代赈”的生态建设 16 字政策措施,到党中央、国务院明确提出“西部大开发”战略,黄土高原旱地农业的发展进入了一个新的历史阶段。

1.1 黄土高原区域概况

黄土高原位于北纬 $33^{\circ}43'$ ~ $41^{\circ}16'$,东经 $100^{\circ}54'$ ~ $114^{\circ}33'$ 的我国黄河中上游与海河上游地区,西起乌鞘岭,东迄太行山,北衔于阴山,南抵秦岭。行政区域包括山西省和宁夏回族自治区的全部,陕西省的关中、渭北和陕北地区,甘肃省的陇中和陇东地区,内蒙古自治区的蒙南地区,青海省的青东地区以及河南省的

豫西地区,总计 285 个完整的县(市、旗),土地总面积 62.37 万 km²,占全国陆地总面积的 6.5%。按 1996 年统计资料,全区总人口 8 946 万人,其中农业人口 7 032 万人。耕地面积 1 142.74 万 hm²(普查面积约 1 900 万 hm²)。

黄土高原地处我国宏观地势的第二级阶梯。在自然地理上,为东部平原丘陵向西部高山高原过渡、东南湿润季风气候向西北内陆干旱气候过渡、暖温带落叶阔叶林向西北内陆干草原和荒草原过渡地带。在经济地理上,黄土高原处于我国东南沿海经济发达地区向西部经济后进区过渡的地区。

区内黄土堆积覆盖的深度和广度为世界所罕见。无论旧石器时代的史前文化还是新石器时代文化,基本上均在本区孕育和发展。6 000 至 7 000 年前,人类在黄土高原创建了我国早期的农耕文明,使本区成为世界农业起源地之一,并一度领先于世。21 世纪的今天,农业仍然是黄土高原的主要产业。1995 年全区种植业占农业总产值 69.44%,畜牧业占 25.98%,林、副业比重较小。

黄土高原广泛分布的厚层黄土,既有形成沃土,有利于农业生产的一面,也有不利于生产发展的另一面,即黄土十分疏松,易被侵蚀,加之长期在生产利用上存在的问题,致使水土流失严重,不仅阻碍当地农林牧业生产发展,同时成为黄河水患的根源,并威胁下游安全。黄河输沙量为世界各大河流之冠,80%的泥沙来自黄土高原。

黄土高原又是我国最大的能源重化工基地,并蕴藏有多种矿产资源。该区煤炭储量达上万亿吨,占全国储量的 70%左右,仅陕西榆林地区探明储量就达 27.4 亿 t,位居世界八大煤田之首;天然气探明储量 2 400 亿 m³;石油探明储量 4.27 亿 t。这些基地的建设和资源开发,同农业的发展相互依存,相互促进,使黄土高原农业生产从对区域经济社会的影响,上升到一个更加重要的战略地位。

1.2 我国旱地农业的起源地

黄土高原农业源远流长,是中华民族农业的一个重要发祥地。从许多新石器时代遗址中(如西安半坡村、河南澠池等)发现的石器生产工具、猪羊犬牛鸡的遗骸和炭化了的黍、稷、油菜等耐旱作物的籽粒,结合有关考古资料分析,在黄河中游温暖干凉、土壤深厚的黄土高原上产生的旱地农业至少有 6 000 至 7 000 年的历史。史书记载的“教民稼穡”“播种百谷”的后稷,即诞生在今天的陕西杨凌。历史上曾以种植业著称的周族,相传为后稷的后裔,即兴起于 3 000 多年前的陕西扶风一带,从那时起就奠定了高原种植业的基础。当时种植的作物有禾(谷)、麻、菽(豆)、禾(小麦)、牟(大麦、黍)、稷等,基本具备后世栽培的主要农作物。

我国早期农业的重大进步,多出于关中,先行于西北黄土高原,而后传及全

国。横跨欧亚大陆的“丝绸之路”，以西北黄土高原农业充分发展为基础。现存的古代骨干农书《吕氏春秋》《汜胜之书》《齐民要术》等，乃至晚近的一些地方农业著作，涉及内容较多的是黄土高原及黄河中、下游地区。

在我国，黄土高原早期农业一直处于领先地位，原因之一是黄土利于开发。原始简陋的木石工具在疏松的黄土地上，便于“辟土殖谷”；广布的草原为畜牧业发展提供了有利条件；丰足的光、热资源，相宜的水分，沃膏的土壤，使对自然条件仰仗程度很高的原始农业得以较好地发展。与西北黄土高原农业起始时间难分先后的长江流域及以南地区，虽降水充沛，气候暖湿，植被繁茂，生物资源丰富，但简陋的木石工具难以披荆斩棘，这与南方原始农业发展滞缓不无关系。待到关中原始农业步入传统农业之后，我国南方相当大范围内仍处在“刀耕火种”“火耕水耨”的原始状态。

由于周、秦着力经营关中农业，牛耕、铁器的率先使用利于农业政策的推行，使关中农业生产面貌一新，原始农业逐步而又明显地减少对自然的依赖，正式转入持续约2000年的传统农业阶段。秦重农本，不惜代价修筑郑国渠，以济天雨不足，使关中农业迅速发展而甲天下，成为秦一统天下的基础。秦及以后的两汉王朝全力实施“移民戍边”的屯垦政策，使关中先进农业技术广及西北成为可能，并使地处政治、经济中心的关中成为农业兴旺发达地区，传统农业得以长足发展。

此后，饱受“三国鼎立”“永嘉之乱”和“十六国割据”之苦的西北，陷入战乱纷争之中，传统农业持续发展受到阻碍。后经北魏的恢复，至隋及唐鼎盛时期，西北农业重又一度发展。“安史之乱”使唐失去对北方控制，转向开发南方，加上江东“曲辕犁”的应用，促进了南方农业发展，从而一反西北农业领先局面。此后，从北宋直到清道光二十年的鸦片战争(1840)前的900多年，我国的政治、经济中心一直偏离西北，加之西北许多地方的民族、诸侯割据，使原本兴旺发达的西北传统农业步履维艰地缓慢发展。公元1840年鸦片战争后，我国陷入半封建半殖民地境地，这时西北的农业虽已萌生了一些近代农业因素，但无足轻重，与全国相比，明显处于后进状态。只是到了1949年新中国建立之后，西北农业才有了转机，逐步而明显地由传统农业向现代农业转变。

黄土高原传统的旱地农业，是沿着劳动集约这条途径逐步发展起来的，正如《吕氏春秋·求人篇》所说：“欲尽地力，至劳也”。中国旱地农业的经验原理，已由公元6世纪以前的《齐民要术》加以定型化。而这一原理与现代旱地农业的科学原理有近似之处，但在时间上约早2000年。中国传统的旱地农业有悠久的历史渊源和独特的旱地农业技术表现：精耕细作，抗旱保墒；旱作地区的丰产技术，如垄作法、代田法、区田法等；用地养地相结合；争夺天时地利；选种耐旱作物和品

种;农、林、牧结合,注意生态平衡等。

黄土高原世代相传的旱地农业以耕、耙、耨为中心,经验丰富,成就辉煌,同时在世界上也有很大影响。文艺复兴以来,世界上不少著名科学家都很重视黄土高原早期有关旱地农业的记载。18世纪瑞典生物学家林肯,19世纪英国生物学家达尔文、德国农业化学家李比希、俄国化学家门捷列夫,都把黄土高原古代农业科学成就作为他们建立自己学说的依据和例证。伟大的生物学家达尔文在他的《物种起源》的第1章就赞扬黄土高原古代农学著作中清楚地阐明了物种选择原理,并引证黄土高原的《齐民要术》《本草纲目》等主要农学和药学典籍作为创建他的进化论学说的历史依据之一。农业化学派创始人李比希也曾利用黄土高原旱农的精耕细作、改良土壤、施用农家肥料和种植绿肥养地、以肥调水的成果,作为他探讨土壤肥力理论的重要依据。美国著名农学家、诺贝尔奖获得者诺曼·布劳格说:“这是世界已知的最惊人的成果之一”。R·布洛包姆也说:“黄土高原农业给其他地区农民有效地利用有机质提供了很好的经验”。

黄土高原以精耕细作、抗旱保墒、用养结合著称的传统旱地农业,在几千年的历史中,繁衍养育了中华民族的炎黄子孙,成为中华民族世代相传的法宝。在21世纪的今天,既要学习外国的先进经验,也要继承和发扬我们祖先遗留下来的宝贵遗产,加速实现我国农业现代化。

1.3 我国粮、油的重要产区

黄土高原是我国粮、油的重要产地,也是全国“七五”以来粮、油产量增长速度较快的地区。黄土高原旱农地区具备发展粮食生产的有利条件:①耕地资源丰富。全区人均耕地 0.128hm^2 ,高出全国平均数的60%。丰富的耕地为实现作物合理布局和科学轮作倒茬提供了前提,为粮食作物的持续发展创造了有利条件。②土层深厚。本区有70%以上的区域为深厚的黄土所覆盖,具有较强的蓄水能力。一般在2m土层能储蓄可利用水分312~388mm,被人们誉为“土壤水库”。这种特性对降水不足且分布不均的黄土高原的作物生产具有极为重要的作用。③光能资源得天独厚。本区年总辐射量为 $50.4\times 10^8\sim 63.0\times 10^8\text{J/m}^2$,光合有效辐射 $23.1\times 10^8\sim 27.3\times 10^8\text{J/m}^2$ 。全年日照时数为2200~3200h,日照百分率达50%~70%,均处于全国的高值区,为作物生产提供了充足的光能资源。

黄土高原的粮食生产自古以来创造过很多高产记录,并逐渐总结出许多作物高产的经验。汉代农学家氾胜之在《氾胜之书》中所记载的“区田法”就是我国最早记载的高产栽培法。然而,黄土高原区降水稀少,且自然降水的利用效率不高,实乃粮食生产的主要障碍因素。旱地农业多年的科技攻关实践表明,采取以

提高自然降水利用效率为中心的旱地农业综合技术措施,实行农牧结合、农林牧综合发展,其发展潜力巨大。

对1996年《中国农业统计资料》和《中国分县农村经济统计资料》的整理表明,1995年与1985年相比较,整个黄土高原粮食作物总产量增长率比全国高10.72个百分点。1995年黄土高原粮食产量占全国粮食总产量的6.66%,比1985年所占比例提高0.56个百分点,其中玉米总产量增长率比全国高13.94个百分点,占全国玉米总量的比例由1985年的8.45%,上升到1995年的9.21%;谷子总产量占全国的比重由1985年的21.2%增加到1995年的30.55%,提高9.35个百分点。就单产水平而言,粮食平均单产由1985年的2 287.5 kg/hm²增加到1995年的2 796.6 kg/hm²,增长22.25%,比全国粮食平均单产增长的16.65%高5.6个百分点,其中小麦单产由1985年的2 436 kg/hm²增加到1995年的2 845.5 kg/hm²,提高16.8%,和全国同期增长率相当;玉米单产由1985年的3 619.5 kg/hm²增加到1995年的4 819.7 kg/hm²,提高33.16%,较全国同期增长率增加3个百分点;谷子单产由1985年的1 707 kg/hm²增加到1995年的2 067.8 kg/hm²,提高21.14%。可见,黄土高原粮食总产量的增加是由于单产的大幅度提高。

建国以来,黄土高原油料作物发展较快。据统计,1995年全区油料作物播种面积占全国的10.76%,总产占全国的8.96%。本区有油料作物10余种,其中胡麻(占油料作物面积33.1%)、向日葵(占22.9%)、油菜(占15.2%)和花生(占8.7%)四种作物共占79.9%。此外还有芝麻、黄芥、小麻籽、苏子(荏子)、蓖麻、油用红花和油沙蒿等。

1.4 我国果畜产品的主要生产基地

畜牧业在黄土高原农业发展中占有重要位置。黄土高原区畜牧业生产历史悠久,商品率较高,草场面积大,又地处南北过渡地带,草业资源丰富,畜禽良种繁多,畜产品加工业也有一定基础,还有民族优势。该区草场资源中,天然草场、人工草场和改良草场面积分别占草场总面积的93.9%、3.6%和2.5%,其产草量分别占总产量的86.9%、8.55%和4.55%,而载畜量以天然草场为主。该区的畜禽主要有大家畜牛、奶牛、马、驴、骡、骆驼和羊、猪及鸡、兔、蜂等。改革开放以来,黄土高原区通过农业结构调整,实行农牧结合,促进了畜牧业的发展。对1996年《中国分县农村经济统计资料》整理表明,黄土高原的畜牧业总产值137.73亿元,比1985年增长了4.52倍,占全国畜牧业总产值的比例由1985年的10.7%增长到1995年的19.8%,提高了9.1个百分点;全国8.9%的猪肉和