

高原沟壑区高效农业生态经济系统研究

II 粮食生产持续发展

郝明德

(中国科学院水土保持研究所·陕西杨陵·712100)
水利部

摘要 长武王东沟试验区通过10多年系统田间试验,采用不同降水年型粮食作物丰产抗旱技术,在降水趋于正常的1993年,小麦产量为 $4\,944\text{kg}/\text{hm}^2$,玉米产量为 $9\,478.5\text{kg}/\text{hm}^2$,粮食单产 $6\,256.5\text{kg}/\text{hm}^2$,处历史最高水平,在世界旱作上也是罕见记录。自1929年以来灾情最为严重的1995年,年降水量 272.2mm ,占常年降水 46.6% ,粮食产量仍取得 $1\,504.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 的较好收成,与80年代以前的正常年景产量相当,在“八五”期间持续干旱,且有两个特大干旱年出现的严酷条件下,粮食产量平均为 $3\,724.5\text{kg}/\text{hm}^2$,属黄土高原同类型区上等水平。在常态降水年份大丰收,特大干旱年份与80年代以前正常年份产量水平持平,这充分说明长武试区粮食综合丰产能力、综合抗灾能力的增强。长武试区粮食生产已进入持续发展阶段。

关键词 高原沟壑区 粮食生产 持续发展

Study on Efficient Economic Agro-ecosystem in the Gully Region of Loess Plateau

II Sustainable Development of Grain Yield

Hao Mingde

(Institute of Soil and Water Conservation, the Chinese Academy of Sciences and the
Ministry of Water Resources, 712100, Yangling District, Shaanxi Province)

Abstract At Wangdong gully experimental area in Changwu county, through systematic field experiment for more than 10 years, and by adopting high-yield and drought proof techniques in different precipitation-type years of grain crops, in the year 1993 when the rainfall tended to normal level, the wheat yield was $4\,944\text{kg}/\text{hm}^2$, the corn yield was $9\,478.5\text{kg}/\text{hm}^2$, the grain per unit area yield was $6\,256.5\text{kg}/\text{hm}^2$, which was the highest level in the history and was also the rare record in world dry farming. In the year 1995 when the drought had been the most serious since 1928, the grain yield still reached $1\,504.5\text{kg}/\text{hm}^2$ which was a good harvest. It was equivalent to the normal annual yield before 1980. During eighth five-year plan, in the critical condition of successively arid with two especially serious arid years in addition, the average grain

yield was 3724.5 kg/hm², it belongs to the first-class level at the similar type regions in loess plateau. Thereby fully demonstrates that the integrated abilities of getting bumper crops and disaster-resistance in grain production have been enhanced, and the grain production in Changwu experimental area has gotten into a stage of sustainable development.

Keywords the gully region of loess plateau; grain production; sustainable development

长武王东沟试验区所代表的高原沟壑区是所在省份的主要粮食生产基地。地表水资源匮乏,绝大部分农田无灌溉条件,属雨养农业区。农田水分靠降水供给,降水与粮食生产息息相关。由于降水的年际分布不均匀,降水变率大,粮食作物产量随降水量的多少常出现大面积、大幅度波动现象,旱作农业科技的任务是旱作产量在较高水平上波动,提高粮食作物综合丰产抗灾能力,促进粮食生产持续发展。

1 区域粮食生产状况

该地区是传统的旱作农业区,也是我国最早的农业开发区。具有粮食生产较适宜的水热条件,深厚的黄土具有调蓄降水不均的功能,传统农业生态系统中养分循环与平衡以及粮食稳定性供给能力等优势。即低投入低产出,靠轮作,豆科作物养地,有机肥维持粮食生产中的养分平衡,通过耕种较大面积粮田来稳定供给人们对粮食的需求。本区域粮食产量 900kg/hm² 的历史维持多长时间已无从考证,但从王东沟试区解放以来粮食产量记载来看,1949年至1970年的22年中,粮食单产平均为 9555kg/hm²,最高 1395kg/hm²,最低 765kg/hm²,波幅 1.8,直至70年代才上升到 1500kg/hm²,1971年至1980年10年间平均 1453.5kg/hm²,最高 2055kg/hm²,最低 915kg/hm²,波幅 2.2。80年代以来,由于农业政策的重大突破,品种更新,化肥较大幅度增长,农业机械开始投入,粮食生产发展较快,加之“六五”期间是历史上少有的丰水年,粮食产量平均 2370kg/hm²,最高产量 2910kg/hm²,最低产量 1695kg/hm²,波幅 1.7。“七五”期间,王东沟试区采用强化物质技术投入,平均产量为 4000kg/hm²,最高产量 5265kg/hm²,最低产量 2631kg/hm²,波幅 2.0,粮食产量 1989年、1990年稳定在 5250kg/hm²,粮食产量接近该区域潜势产量。

表1 长武王东沟试验区粮食生产情况

| 项 目 | 年 份 (年) | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1949~ 1950 | 1951~ 1955 | 1956~ 1960 | 1961~ 1965 | 1966~ 1970 | 1971~ 1975 | 1976~ 1980 | 1980~ 1985 | 1986~ 1990 | 1991~ 1995 |
| 粮食单产(kg/hm ²) | 852 | 958.5 | 1036.5 | 904.5 | 964.5 | 1468.5 | 1438.5 | 2478 | 3999 | 3754.5 |
| 粮食总产(t/年) | 227.8 | 258.1 | 267.9 | 287.2 | 299.4 | 331.7 | 395.1 | 678.9 | 864.0 | 654.7 |
| 人均粮食(kg/人) | 371.5 | 382.1 | 353.8 | 297.7 | 274.5 | 347.3 | 309.1 | 389.0 | 449.5 | 315.3 |
| 人均粮田(hm ² /人) | 0.44 | 0.40 | 0.37 | 0.30 | 0.27 | 0.23 | 0.21 | 0.16 | 0.12 | 0.08 |
| 人均耕地(hm ² /人) | 0.49 | 0.45 | 0.35 | 0.33 | 0.29 | 0.24 | 0.22 | 0.19 | 0.14 | 0.12 |
| 粮田占耕地(%) | 89.5 | 88.6 | 96.6 | 91.8 | 92.2 | 97.5 | 95.2 | 81.7 | 81.9 | 70.9 |

表1是王东试区粮食情况。70年代以前,由于粮食单产低,人均粮食靠扩大粮田来保证,人均粮田的多少,直接影响着人均粮食占有量,70年代虽然单产提高,但粮田减少,人均粮食并无明显增长,80年代粮食单产大幅度提高是人均粮食占有量大幅度增长的主要原因。90年

代以来,虽然出现严峻的干旱气候条件,降水大幅度减少,粮食单产 3 754. 5kg/hm²,处历史较高水平,在黄土高原地区属上等水平,粮食生产呈现持续发展势头。

2 粮食生产综合抗灾能力增强

“八五”期间,连续干旱,且有两次特大干旱出现,第一次发生在 1991 年 6 月至 1992 年 5 月持续 350 天,降水量比同期降水减少 48%;第 2 次发生在 1994 年 7 月,至今旱情依然存在;自 1929 年以来成灾最严重的 1995 年,全年降水量 272. 2mm,仅相当于多年平均降水的 46. 6%。“八五”期间是历史上少有的少雨期,5 年平均降水仅 434. 6mm,相当于常年降水 74. 4%。加之其它灾害出现,1991 年 4 月 20 日一次寒潮使长势喜人的小麦歉收,1995 年 6 月 2 日一场冰雹使小麦落粒 7. 8%,减产 10%左右。旱灾和其它灾害的频繁出现,粮食生产受到严重威胁。尽管如此,由于采用不同降水年型粮食作物优化施肥技术和丰产栽培管理技术,粮食生产在降水正常的 1993 年,142. 2hm² 小麦产量为 4 944kg/hm²,23. 6hm² 玉米产量为 9 478. 5kg/hm²,粮食单产 6 256. 5kg/hm²,处历史最高水平,在世界旱作上也是罕见记录。在旱灾最严重的 1995 年,仍取得 1 504. 5kg/hm² 的好收成。与 80 年代以前的正常年景产量相当。5 年粮食产量平均为 3 724. 5kg/hm²,属黄土高原同类型区上等水平。由表 2 看出,不同降水年型小麦最高产量均出现在王东试区自攻关后的各年型中,说明试区粮食生产综合丰产能力的提高,抗灾能力的增强。

表 2 小麦最高产量出现的降水年型

| 项 目 | 特大丰水年 (1989 年) | 丰水年 (1991 年) | 常态年 (1993 年) | 干旱年 (1987 年) | 特大干旱年 (1992 年) | 重灾干旱年 (1995 年) |
|----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 生育年降水量(mm) | 784. 3 | 665. 2 | 616. 8 | 480. 5 | 362. 2 | 318. 1 |
| 比多年平均增减(%) | 34. 5 | 14. 2 | 5. 8 | -17. 6 | -37. 9 | -45. 4 |
| 试区产量(kg/hm ²) | 4701 | 3885 | 4944 | 1870. 5 | 1536 | 894 |
| 长武县产量(kg/hm ²) | 3082. 5 | 2865 | 3022. 5 | 1500 | 969 | 649. 5 |
| 试区比长武县增减(%) | 52. 5 | 35. 6 | 63. 6 | 24. 7 | 58. 5 | 37. 6 |

长武王东沟试验区在粮食生产实践是常态降水年份大丰收,特大干旱年份取得与 80 年代以前正常年份产量持平的较好收成,其原因:一是坚持应用不同降水年型粮食作物优化施肥技术,在不同降水年份采用不同优化施肥方案,不同的氮磷配比及施用方式;二是应用不同降水年型粮食作物综合丰产抗灾管理技术,从土壤耕作、播期、播量、留苗密度、田间管理等方面采用不同的作物栽培管理措施;三是坚持长期培肥土壤措施,提高水肥资源利用效率。在目前有机肥施用量条件下,氮磷配合施用,可以起到培肥地力,提高产量的作用;四是改造农田防护林,更换树种,减少胁地程度,提高防护效益。

一个区域粮食单位面积产量发展其上限受气候资源制约。高增长率只有在潜势产量与现实产量较大的情况下才会出现。区域潜势产量的实现受制于多种因素。现实产量则是农田物质能量循环水平的产物,在不断强化的物质能量循环过程中,产量水平逐渐接近区域潜势产量。“七五”粮食生产已接近区域潜势产量。“八五”粮食单产比“七五”降低 6. 1%,连续干旱是决定性因素。因为在物质,技术投入均能保证的条件下,产量表现为降水量(年生育周期降水量及其分布)的函数,所以出现了两料小麦(1992 年,1995 年)和三料玉米(1991 年,1994 年 1995 年)共五料作物大幅度减产的结果。但从“八五”平均上看,虽然人均粮田仅为解放初期的 1/5,

但粮食总产、粮食单产、人均产粮皆达历史较高水平,王东沟试区粮食综合丰产抗灾能力已达到了一个新阶段。

3 粮食生产持续发展

3.1 品种

粮食作物良种化程度是衡量粮食生产水平的重要指标之一。本区主要粮食作物品种冬小麦、春玉米皆经历过几次更新,低产的农家品种被高产品种所替代,春玉米经历农家种、改良种、杂交种的更替,目前以丹玉13为主栽品种;冬小麦经历了农家种、引种、自育良种阶段,目前以长武131为主栽品种。

在传统农业生产条件下,其粮作品种为旱薄型,随着农业生产条件的改善和育种技术的发展,旱肥型品种逐步推广,并出现旱肥高产型品种,王东沟试区目前主要粮食作物为旱肥高产型品种。随着一次品种更新,粮食产量上一个台阶。

3.2 水分

在黄土高原旱作农业中,农田水分来源于降水,由于水是不可控制因素,水分亏缺被人们认为是限制旱作产量的主要因子。多年试验结果表明:在黄土高原南部当前产量背景下,50%左右的年份存在着水分亏缺,而所有的年份则存在着养分亏缺,而且养分亏缺对产量的影响程度大于水分因素。由于肥为可控因素,对中低产水平的农田,肥是限制作物产量提高的首要因素。目前黄土高原大部分地区处于肥料不足阶段,只有少数高产地区水分亏缺成为限制因素。在目前生产条件下,大部分地区提高肥料供给量是提高产量水平的主要措施。

3.3 肥料

据1984年布设的肥料长期定位试验,不同施肥下粮食生产随降水年型而变化,其表现为在常态年、丰水年连续单施磷肥无效益;连续单施氮肥在常态年、丰水年有增产作用,可取得一定效益,但在干旱年无效益;连续单施有机肥均有增产作用;氮磷化肥配合施用条件下,无论任何降水年型均有增产,平均增产1倍以上。坚持氮磷化肥配合施用是粮食增产的常规措施,粮食生产的持续发展,则依赖于氮磷养分平衡及持续供给。

通过对不同降水年型小麦氮、磷肥效应分析可知,在丰水年份,保证磷肥用量前提下,增大氮肥用量,氮磷比以2.3:1为宜;常态年份,氮、磷化肥皆取最佳施用量,氮磷比以1.3:1为宜;干旱年份应注意磷肥投入,氮磷比以1:1为宜。

综观粮食生产历史,即每一阶段产量都是农田生态系统中物质能量循环水平的镜像反映。历史上以禾本科为主的一年一熟制,以豆科为轮作倒茬、农家土粪及休闲维持农田生态系统中养分平衡,以畜力耕作为动力的模式将不会再现,因为此种养分循环模式全年氮磷养分输入量 $75\text{kg}/\text{hm}^2$ 左右,与 $900\text{kg}/\text{hm}^2$ 的粮食单产水平相适应,与粮作的品种特性相适应,降水多数年份能满足需求,但无力也不可能有更多的农产品输出。随着人口的增加,土地承载力的加重,豆科作物面积已下降至不足5%,且以收获籽粒产量为目的,渐失养地之功能;且随着品种改良,中肥、高肥型品种出现,丰产性增加,养分投入的多少表现为产量的高低,即大幅度增加化肥养分投入是大幅度提高粮食产量的主导措施。

长武王东沟试验区选用旱肥高产型粮作品种,采用增加化肥投入、优化施肥等措施,粮食生产持续发展,1989年、1990年连续稳定在 $5\ 250\text{kg}/\text{hm}^2$,1993年粮食单产达 $6\ 256.5\text{kg}/\text{hm}^2$,实现了由中产到高产的转变。充分利用降水资源,提高水分、养分利用效率,是高原沟壑

区农业生产坚持解决的重大问题,今后则应着重于水肥资源高效利用研究,保持粮食生产持续发展的势头。

4 结 论

(1)本区历史上广种薄收(人均 0.4hm^2 粮田),30%的豆科养地作物轮作倒茬,有机肥低投入的粮食生产结构已被人均 0.067hm^2 左右粮田,禾本科连作,高投入高产出的粮食生产方式所替代。人均粮田必须稳定在 0.08hm^2 ,高投入高产出才能满足人们粮食需求。

(2)黄土高原沟壑区的绝大部分地区限制产量水平的主要因素是养分亏缺。增加养分投入、旱肥高产型品种及采用综合优化栽培技术是主要增产措施。在此类地区的高产区,水分亏缺限制产量的提高,在施有机肥基础上,氮磷化肥配合施用可提高水分利用效率。

(3)由于本区的农家肥料增长有限,难以满足需求,增加养分投入只能以化肥氮磷养分为主。不同地形,不同地力水平、不同降水年型的优化施用化肥是提高肥料效率的关键技术措施。

(4)优化施肥技术应是培肥与施肥技术的统一体,养分平衡且持续供给是保证粮食生产持续发展的关键措施。

(上接第7页)

4.6 开展水土流失的社会经济学研究

研究人口、经济、自然条件、方针、政策、农业经济结构、土地利用方式,对本流域的水土流失与防治的关系,为制定长江流域的水土保持方针政策,确定合理的土地利用方式和农业经济结构,提供科学依据;结合小流域治理,探索综合开发山区资源的途径,充分发挥山区优势,为长江流域跨世纪持续发展服务。

参 考 文 献

- 1 李庆逵主编. 中国红壤. 北京: 科学出版社, 1983, 237~253
- 2 中国科学技术协会学会工作部编. 中国土地退化防治研究. 北京: 中国科技出版社, 1990, 179~184
- 3 中科院三峡工程生态与环境科研项目领导小组编. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究. 北京: 科学出版社, 1988, 198~521
- 4 余剑如等. 长江上游的地面侵蚀与河流泥沙. 水土保持通报, 1991, 11(1): 1~6
- 5 史德明等. 长江三峡库区土壤侵蚀规律及泥沙来源分析. 水土保持学报, 1991, 5(3): 7~20
- 6 史德明等. 土壤侵蚀对生态环境的影响及防治对策. 水土保持学报, 1991, 5(3): 2~7
- 7 何迪维. 论长江有变成第二条黄河的危险. 农业经济研究论文集. 学林出版社, 1986, 87~100
- 8 赵其国等. 我国土地资源在人为利用条件下的变化及其对环境的影响. 《我国土地资源利用及其变化》论文集, 1988, 1~16
- 9 史德明. 加速控制长江上游水土流失是兴建三峡工程的前提. 长沙: 湖南科技出版社, 1989, 326~329
- 10 中国水土保持学会, 长江水土保持局主编. 举国上下共论长江. 北京: 北京林业大学出版社, 1989, 100~