

汇集雨水补灌农技措施研究初报*

张正斌 黄占斌

张富 尚新明 许富珍

中国科学院
(水利部水土保持研究所·陕西杨陵·712100) (定西地区水土保持科学研究所)

摘要 采用试验与示范相结合,对汇集雨水补灌农技措施进行了系统研究。结果表明:在干旱少雨,蒸发量大,气候冷凉的定西地区,实行地膜和秸秆覆盖加滴灌的农技措施,能有效减少土壤水分蒸发,增加作物生长需要的有效积温;实行垄沟种植,发展间套,进行雨水有限补灌,能充分发挥雨水资源的生态经济效益。

中图分类号:S273.1

关键词: 雨水 补灌 农技措施

Agronomic Technique for Supplementary Irrigation with Accumulated Rainwater

Zhang Zhengbin Huang Zhanbin

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

Zhang Fu Shang Xinming Xu Fuzhen

(Dingxi Institute of Soil and Water Conservation)

Abstract Using methods of experiment and demonstration, the agronomy techniques for rainwater irrigation are studied. The results showed that the agronomy techniques with mulching and drip irrigation could reduce the water evaporation and increase the temperature that the crop need in semi-arid area. The ecological and economic efficiency of limited rainwater can be brought into play by the techniques such as furrow hill cultivation and multiple cultivation by using rainwater as supplementary irrigation resource.

Keywords: rainwater; supplementary irrigation; agronomy technique

1 项目概况

近年来,随着全球干旱缺水,国内外掀起了开发利用雨水资源的新高潮。在干旱半干旱地区,我国甘肃、宁夏、陕西、内蒙、山西等省将窑窖汇集雨水从解决人畜饮水发展到农田灌溉,初步形成以集雨补灌为特征的新型旱地有限灌溉农业模式,显示出了巨大的生产潜力和社会经济效益。为了总结经验,及时解决农业生产中雨水利用存在的难点和关键技术问题,国家“九五”科技攻关项目“节水农业技术与示范”设立的“人工汇集雨水利用技术研究”专题,由中国科学院·水利部水土保持研究所和水利部水利科学研究所承担。试验推广基地选在了甘肃

省定西地区。

定西地区是典型的半干旱地区,又是甘肃省推广雨水利用为主要内容的“1213”工程重点区,定西县还是全国 300 个节水示范县之一。经中国科学院·水利部水土保持研究所和定西地区水土保持研究所的合作,在定西进行了汇集雨水补灌农技措施研究。

2 试验概况

本研究于 1997 年 4 月实施,在定西地区水保所试验农场进行,面积 0.4 hm^2 , 试验内容有 4 方面:(1) 春小麦不同灌水量灌水方法试验;(2) 春小麦地膜穴播滴灌节水高产技术研究;(3) 不同栽培方式补灌效益研究;(4) 节水抗旱高产作物品种的引种筛选与示范。布设田间小区 114 个,通过土壤水分动态监测,作物收获性状考种,获取试验数据 1 万余个。

定西 1997 年属大旱年份,已连旱 3 a。1, 2, 3 月降水分别为 6.3 mm, 4.9 mm, 2.6 mm, 播前底墒严重不足,土壤含水量在 10% 以下,多数大田土壤含水量在 6% ~ 8%,造成了春播作物下种推迟,出苗率极差,4 月下旬才有一次有效降雨(4 月 23 日, 25.4 mm),使大面积作物出苗,春小麦生育期间 5 月(25 mm)、6 月(15.3 mm),又持续干旱,致使小麦大面积严重减产。7 月降水最多(96.5 mm),8 月、9 月降水量分别为 67.1 mm 和 33.9 mm,玉米、马铃薯生育期降水不超过 300 mm 有效降雨,所以全年粮食普遍大面积减产。

春小麦 80% 大田单产在 $175 \sim 750 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 有个别高产达 $1\ 125 \sim 1\ 500 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 我们所进行的地膜滴灌试验,膜下滴灌单产 $1\ 898.1 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 膜上滴灌单产为 $1\ 758.3 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 分别比大田露地栽培高(大田平均按单产 $750 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 计) 2.54 倍和 2.34 倍。玉米大田地膜栽培单产 $3\ 900 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (安家坡 6.66 hm^2), 实行地膜玉米雨水补灌(1.33 hm^2 , 科技示范户, 3 次, 共 $1\ 350 \text{ m}^3/\text{hm}^2$), 单产 $4\ 650 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 地膜栽培 $12\ 254.4 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 是大田地膜玉米的 1.19 倍。马铃薯平播小区试验 (18 m^2) 单产 $8\ 460 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 地膜加滴灌($525 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) 小区试验单产 $17\ 404.90 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 增产 1 倍多。这些试验数据充分显示了雨水集流补灌的显著增产效益。这充分说明,在干旱少雨,蒸发量又大,气候冷凉的定西地区,实行地膜加滴灌的农技措施,对减少土壤蒸发,增加作物生长需要的有效积温,实行垄沟种植,发展窑窖,汇集雨水,实现雨水补灌,能发挥有限雨水资源的高生态效益和经济效益,是解决人畜饮水和作物生长需水和获得高产的有效措施。

3 试验研究进展

3.1 引种筛选试验

针对定西当前生产实际,对抗旱节水高产品种的需要,以及为充分利用 7-9 月雨热同步效应,以扩大秋作物种植面积的形势,从外地向定西引种春小麦、玉米、马铃薯和豆类作物品种 10 个。玉米品种有陕高农 1 号、陕 911、西农 11 号;谷子品种有辐谷 4 号和辐谷 6 号;大豆品种有 M 40、密角黄、冀豆 1 号、河南肉豆和粮饲兼用作物美国籽粒苋 1 个,另外有定西地区水保所引种的春小麦、马铃薯品种 6 个。

引种试验结果表明,马铃薯产量: $167-45$ (渭薯 4 号) ($11\ 016.75 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 农科所自选马铃薯品种 ($7\ 530.0 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 红皮马铃薯 ($6\ 476.85 \text{ kg}/\text{hm}^2$)。

玉米: 陕高农 1 号 ($3\ 435.45 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 陕单 911 ($2\ 741 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 西农 11 号 ($2\ 250 \text{ kg}/\text{hm}^2$)。通过试验调查,进一步采取抗旱播种,地膜栽培,在生育期降水量不超过 300 mm 情况下加大补灌量,由目前的 $450 \sim 600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 变成 $900 \sim 1\ 200 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 补灌量,陕高农 1 号能明

显发挥高产潜力,可作为来年的推荐品种。从引种比较试验来看,3个外引品种均比当地品种有较好的长势,株高较高,叶片宽大,穗大粒多,但成熟期略晚。河南肉豆在定西表现优良,单产可达 $2\ 250\text{ kg/hm}^2$ 。美国籽粒苋在今年特干旱年份,生长良好,因其叶子可作为蔬菜食用,本所科研人员已准备将它作为开发扩种之用。辐谷4号和6号表现晚熟,有待于进一步筛选。

3.2 春小麦不同灌水量试验

以定西主栽品种82579为材料,采用地膜栽培,播量 225 kg/hm^2 ,试验小区面积 $3\text{ m} \times 7\text{ m} = 21\text{ m}^2$,在6月4日按 $75\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $225\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $375\text{ m}^3/\text{hm}^2$, $450\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 6个处理进行不同灌水量比较试验,每个处理重复3次,共18个小区。结果表明:在株高、穗粒数、单穗重、千粒重、单株生物学产量方面,明显的是随灌水量的递增而提高。以经济产量为例: $1\ 073.40\text{ kg/hm}^2(450\text{ m}^3/\text{hm}^2) > 1\ 052.85\text{ kg/hm}^2(375\text{ m}^3/\text{hm}^2) > 1\ 025.25\text{ kg/hm}^2(300\text{ m}^3/\text{hm}^2) > 740.55\text{ kg/hm}^2(625\text{ m}^3/\text{hm}^2) > 694.5\text{ kg/hm}^2(150\text{ m}^3/\text{hm}^2) > 626.25\text{ kg/hm}^2(75\text{ m}^3/\text{hm}^2)$ 。

3.3 春小麦不同补灌方式试验

以82579为材料,播量为 225 kg/hm^2 ,分露地直播、露地灌水、地膜栽培膜下灌和膜上灌4个处理,小区面积 $1.4\text{ m} \times 18\text{ m} = 25.2\text{ m}^2$,分别对灌水处理在6月5日,补灌 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$,6月30日补灌 $225\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 2次水。试验结果表明:在千粒重方面,膜下灌(40.8 g) $>$ 露地灌(39.6 g) $>$ 露地直播(39.5 g) $>$ 膜上灌(86.65 g)。在生物学产量方面,膜上灌($8\ 531.40\text{ kg/hm}^2$) $>$ 膜下灌($7\ 792.2\text{ kg/hm}^2$) $=$ 露地灌($7\ 792.2\text{ kg/hm}^2$) $>$ 露地直播($4\ 295.70\text{ kg/hm}^2$) $>$ 膜上灌($1\ 758.24\text{ kg/hm}^2$) $>$ 露地灌($1\ 498.5\text{ kg/hm}^2$) $>$ 露地直播(899.10 kg/hm^2)。由此可见,实行膜下滴灌增产作用效果明显,表现在经济产量、生物产量和千粒重的增加。不同补灌方式的雨水利用效果是非常明显的。膜下滴灌技术应大力推广。

3.4 春小麦不同栽培方式试验

以82579品种为材料,播量 225 kg/hm^2 ,分露地直播,秸秆(麦草)覆盖和地膜覆盖3种栽培方式处理,小区面积 $2\text{ m} \times 3\text{ m} = 6\text{ m}^2$ 。由于特别干旱,分别在6月4日和6月30日分别统一补灌 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $225\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 水。试验结果表明,株高:露地(38.2 cm) $>$ 秸秆覆盖(37.9 cm) $>$ 地膜(35.3 cm);小穗数:地膜覆盖(8.1) $>$ 露地(7.8) $>$ 秸秆覆盖(6.7);穗粒数:秸秆覆盖(13.6) $>$ 露地(11.8) $>$ 地膜(10.7);单穗重:秸秆覆盖(6.78 g) $>$ 露地(3.85 g) $>$ 地膜(3.32 g);千粒重:秸秆覆盖(48.9 g) $>$ 地膜(38.4 g) $>$ 露地(33.62 g);生物产量(kg/hm^2):秸秆覆盖(925.57) $>$ 露地(632.7) $>$ 地膜(399.6);经济产量(kg/hm^2):秸秆覆盖(815.85) $>$ 露地(549.5) $>$ 地膜(169.8)。其主要原因是地膜小麦试验面积小,后期烧苗严重,有效分蘖少,小分蘖多,造成减产。试验结果说明秸秆覆盖对小麦增温节水增产也有良好作用,在特别干旱的年份可用秸秆覆盖代替地膜,以降低生产成本,获得高产高效。

3.5 春小麦不同播量试验

采用不同播量,以播量 225 kg/hm^2 (相当于每穴10粒), 187.5 kg/hm^2 (每穴8粒), 150 kg/hm^2 (每穴6粒)3种处理,对82579品种进行地膜栽培试验。结果表明:播量为 187.5 kg/hm^2 的生长状况及产量情况(900 kg/hm^2)明显高于播量为 150 kg/hm^2 (690 kg/hm^2)和播量为 225 kg/hm^2 (780 kg/hm^2)的处理。

播量 150 kg/hm^2 (相当于每穴6粒播量),株数过少产量最低,有效穗少。播量 225 kg/hm^2 ,分蘖过多,秆多穗小,产量也较低。播量 187.5 kg/hm^2 ,成穗率高,穗大,个体发育良好,产量高,应是定西地区的推荐合理播量。

3.6 间作套种试验

在地膜加滴灌($525 \text{ m}^3/\text{hm}^2$)的处理下,玉米+马铃薯和玉米+大豆(河南肉豆)生长状况明显好于单作,特别是马铃薯在套种情况下,干叶少,地上部繁茂。玉米茎秆粗壮,穗大、叶大,玉米平均单产 $3150 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 是对照 $2775 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的 1.14 倍。马铃薯平均单产 $5100 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 是对照 $1500 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 的 2.26 倍。间作套种以往多在水川地进行,但在旱原地区也应大力提倡,这对合理利用生物功能和有效利用自然资源是一种非常实用和高效的农业技术,特别是间作套种能明显改善田间小气候。由于与高秆作物间套,防风能力增强,农田大气湿度明显较高,低秆作物能免受强光、高温和干旱的胁迫。

3.7 玉米不同栽培方式试验

以当地主栽品种张单 251 为材料,小区面积 $6 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 18 \text{ m}^2$,分地膜、覆草和平播 3 种处理,重复 3 次。在 6 月 8 日和 7 月 1 日分别补灌 $150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $225 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 水。实验结果表明,株高:地膜(93.4 cm) > 覆草(79.23 cm) > 平播(68.33 cm); 结穗率:地膜(51.2%) > 覆草(39.13%) > 平播(38.4%); 成熟度:地膜(完熟) > 覆草(腊熟) > 平播(乳熟); 经济产量:地膜($2340 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 覆盖($1860 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 平播($932 \text{ kg}/\text{hm}^2$)。以上结果表明:地膜和覆草栽培方式能明显提早成熟期,增加结穗率和产量。

3.8 马铃薯不同栽培方式试验

以当地主栽品种大白花为材料,分地膜、覆草和平播 3 种处理,小区面积 $6 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 18 \text{ m}^2$,重复 3 次,在 6 月 8 日和 7 月 1 日补灌 $150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 和 $225 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 水。试验结果表明,地膜产量($184149 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 覆草产量($12254.4 \text{ kg}/\text{hm}^2$) > 平播产量($8460 \text{ kg}/\text{hm}^2$)。

4 存在问题与建议

4.1 地膜小麦种植要因地制宜

在底墒较为充足的条件下,或晚播情况下采用地膜小麦会有增产作用;在底墒不足,生育期遇干旱高温,地膜易造成高温的微环境,增加了烧根烧苗的危险,有限降水也不易渗入根系土壤等不利影响。可采用前期覆膜,保墒提温,加快春小麦群体发育,后期干旱应及时揭膜,以减少高温危害,以便使小麦土壤表层浅根系及时利用有效降雨,稳产高产。条件许可时,可用秸秆覆盖代替地膜,应加强秸秆覆盖的大面积推广,以减轻农民负担和降低生产成本。

4.2 扩大秋作物种植面积,增加粮食生产安全性

由以上试验结果可以看到,在底墒严重不足,气候持续干旱的条件下,在作物结构布局上,建议在稳定一定小麦面积的前提下,进一步扩大地膜玉米,特别是马铃薯、谷子和糜子的种植面积,这些作物都耐高温抗旱,秋季又有较多的降水,在干旱年份能获得明显稳定产量,能保证群众基本生活,减轻群众因干旱缺粮而高价购买口粮的经济负担。

参加本项目工作的还有李秧秧、张小卫和范兴科。

参 考 文 献

- 1 李守谦.在我国北方麦区扩大示范推广地膜小麦栽培技术的必要性及对策建议.甘肃农业科技,1996(8):4-6
- 2 杨苏龙,石跃进,齐宏力,等.滴(渗)灌土壤水分移动规律研究初报.山西农业科学,1997,25(1):47-50
- 3 张艳红,徐淑贞.蓄灌及盖秸对晚播冬小麦增产节水效应的研究.灌溉排水,1997,16(2):37-39
- 4 高成芳,田晓峰,张二喜,等.山旱地小麦地膜覆盖沟穴播接纳雨水试验研究初报.干旱地区农业研究,1997(1):39-43