

宁南山区地膜玉米隔沟灌溉试验研究

刘 平, 蒋正文, 张煜明, 陈耀文

(宁夏水利科学研究所, 银川 750021)

摘 要: 隔沟灌溉技术是一项新型的节水灌溉技术, 在国内外都已进行了较长时间的研究和推广, 但在宁南山区尚没有推广应用的报道。2004 年“北方半干旱集雨补灌旱作区(宁夏彭阳)节水农业技术体系集成与示范”课题引进该项技术, 在宁夏彭阳王洼示范区进行了地膜玉米隔沟灌试验研究。结果表明, 隔沟灌与全灌相比, 产量相近, 水分利用效率增加了 12.44%, 但用水量只有全灌的一半; 与不灌溉相比, 经济产量和水分利用效率分别增加了 38.24% 和 38.65%。

关键词: 宁南山区; 地膜玉米; 隔沟灌溉

中图分类号: S513.071

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0104-03

The Investigation on Separate Furrow Irrigation of Film Maize in Southern Ningxia Hill Region

LIU Ping, JIANG Zheng-wen, ZHANG Yu-ming, CHEN Yao-wen

(Ningxia Institute of Water Conservancy Science, Yinchuan 750021, China)

Abstract: The separate furrow irrigation is a new way of economizing irrigation, which has been investigated and popularized, but there is no report in southern Ningxia hill region. In Pengyang county, separate furrow irrigation of film maize was introduced. The result indicates: separate furrow irrigation is compared with full irrigation, the output is equal, water use efficiency add by 12.44%, using water quantity is half to full irrigation; compared with no irrigation, economic output and water use efficiency is increased 38.24% and 38.65% respectively.

Key words: southern Ningxia hill region; film maize; separate furrow irrigation

宁南山区包括固原市的西吉、海原、彭阳、隆德、泾源、原州六县和吴忠市的同心、盐池两县及中卫、灵武两县的山区部分, 总土地面积 3.88 万 km², 占自治区总面积的 75%, 涉及 10 县 166 个乡镇, 总人口 246.54 万人, 其中农业人口 222.98 万人, 是宁夏的半壁江山。

该地区地处黄土高原严重水土流失区, 多年平均降雨量在 630~185 mm 之间, 除六盘山阴湿地区外, 大部分地区在 200~450 mm 之间, 光热资源充裕, 年日照近 3 000 h。

由于降水量较小, 95.87 万 hm² 耕地中, 90% 以上为旱作农田, 粮食产量低而不稳, 农民生活水平较低, 1998 年粮食总产量 8.56 亿 kg, 人均纯收入 1 053 元。

宁南山区一方面降水量较小, 另一方面水土流失又相当严重, 因此, 从 90 年代以来, 宁南山区经过试验研究、试验示范、示范推广等几个阶段, 重点发展雨水窖灌农业, 同时适应降雨相对集中时期, 大规模种植地膜玉米, 最大限度寻求降水和需水的同步。截至 2000 年, 共投资 2.95 亿多元, 建设水窖 23.43 万眼, 采用多项节灌技术, 累计发展各类节灌作物 3.94 万 hm², 取得了显著的经济效益、生态效益和社会效益。但春季干旱早期的补灌技术一直相对简单和落后, 2002 年, 国家“十五”国家高技术研究发展计划(863 计划)节水农

业重大专项中的“北方半干旱集雨补灌旱作区(宁夏彭阳)节水农业技术体系集成与示范”课题, 引进了隔沟灌溉技术在项目区进行了试验示范, 目的就是寻找一条更经济、方便的灌溉技术, 为宁南山区的雨水窖灌农业工程 and 经济发展提供技术支持。

1 试验方法

1.1 试验设计

选择三块面积均为 12 m×13.5 m=162 m² 的地块, 采用随机区组设计 3 个处理, 处理 1 为隔沟灌, 第一次灌水和第二次灌水灌不同的玉米沟, 整个生育期灌水 2 次; 处理 2 为全灌, 整个生育期灌水 2 次; 处理 3 为整个生育期不灌溉。每处理重复 3 次。

生育期两次灌水时间分别为: 在 6 月上旬玉米的大喇叭口期灌第 1 水, 7 月中旬玉米的拔节期灌第 2 水。

1.2 试验观测指标和观测方法

灌水量: 通过水表量测灌水量。

土壤含水率: 在作物种植前和收获后分别观测 1 次, 作物生育期每 15 d 观测 1 次。每次按全灌沟内、全灌膜内、隔沟灌膜内、隔沟灌灌水沟内、隔沟灌不灌水沟内、对照

* 收稿日期: 2005-07-04

基金项目: 国家 863 计划“现代节水农业技术体系及新产品开发”重大专项课题(2002AA2Z4301)

作者简介: 刘 平(1967-), 男, 宁夏人, 高级工程师, 研究方向为雨水利用与水土保持。

(不灌) 沟内、对照(不灌) 膜内 7 个点进行取样, 取土深度 1 m, 每 20 cm 一层, 每层取两个平行样(一个重复)。土壤含水率采用烘干法测定。

玉米经济产量和生物产量: 采用样方测定法, 每个样方面积 6.75 m²。玉米经济产量分别实测每个小区的玉米株数、结棒数, 并按照大中小抽取三个玉米棒, 实测单棒重量。玉米生物产量分别实测每个小区的玉米株数、高度(玉米生长高度: 选择每种处理田块中间的一行, 用塔尺丈量玉米植株高度)。并根据平均高度抽取一株玉米实测干重和鲜重。

玉米生育期降雨量: 利用王洼水保站雨量观测数据。

土壤容重: 采用环刀法。

表 1 地膜玉米隔沟灌试验土壤含水量

| 观测日期 | | 06– 28 | 07– 14 | 07– 18 | 07– 03 | 08– 18 | 09– 02 | 09– 15 | 10– 11 |
|------|------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 灌水方式 | 取样地点 | 土壤含水量/mm | | | | | | | |
| 全灌 | 膜内 | 214.01 | 194.22 | 200.45 | 202.98 | 150.33 | 145.83 | 123.14 | 132.81 |
| | 沟内 | 232.09 | 199.49 | 231.12 | 204.12 | 146.47 | 149.36 | 154.32 | 148.06 |
| 膜内 | | 218.13 | 196.2 | 227.23 | 164.07 | 143.83 | 138.25 | 148.47 | 148.05 |
| 隔沟灌 | 灌水沟 | 213.59 | 200.45 | 237.27 | 184.28 | 147.89 | | | 161.62 |
| | 不灌溉沟 | 214.61 | 210.52 | 187.24 | 162.55 | 160.38 | 137.82 | 113.44 | 146.07 |
| 不灌溉 | 膜内 | 219.92 | 171.97 | 161.48 | 146.45 | 108.2 | 118.77 | 113.2 | 123.4 |
| | 沟内 | 217.91 | 165.6 | 170.48 | 151.2 | 122.78 | 114.7 | 100.61 | 116.82 |
| 平均 | | 218.92 | | | 169.31 | | | | 139.55 |
| 备注 | | 种植前 | | | 生育期 | | | | 收获前 |

对地膜玉米生长影响最大的是生育期土壤水分, 因此, 重点对生育期土壤水分情况进行分析。

2.3 生育期不同灌溉方法土壤水分变化

从地膜玉米生育期土壤水分观测可以看出, 不同灌溉方法对土壤水分(0~ 100 cm) 的影响为: 全灌和隔沟灌土壤水分变化不大, 其生育期平均土壤水分相差 6.99 mm, 但与不灌溉地块的土壤水分相比, 其平均土壤水分分别相差 44.88 mm 和 37.89 mm。方差分析结果可以看出, 三种不同灌溉方法对生育期土壤水分的影响显著, 但全灌与隔沟灌对生育期土壤水分的影响不显著。

2.4 生育期不同位置土壤水分变化

从地膜玉米生育期不同位置土壤水分观测数据可以看出, 不同的位置, 土壤水分不同。三种灌溉方法生育期沟内和膜内平均土壤水分相差不大, 沟内较膜内高 4.22 mm。主要原因一是地膜玉米主要消耗膜内土壤水分, 二是灌水主要集中在沟内, 膜内增加的水分只是灌溉后侧渗的部分水分。方差分析结果也显示, 沟内和膜内的土壤水分没有显著差异。

2.5 隔沟灌不同位置土壤水分

从隔沟灌不同位置土壤水分观测数据可以看出, 土壤水分最好的是灌水沟, 其次是膜内, 最后是不灌溉沟。灌水沟平均土壤水分分别较膜内和不灌溉沟高 20.1 和 27.19 mm; 膜内平均土壤水分较不灌溉沟高 7.09 mm。方差分析结果显示, 隔沟灌不同位置土壤水分没有显著差异, 说明隔沟灌对土壤水分没有显著影响。

2.6 地膜玉米产量情况分析

2.6.1 隔沟灌地膜玉米经济产量分析

地膜玉米的经济产量最能反映地膜玉米隔沟灌的效果, 从隔沟灌地膜玉米的经济产量可以看出, 地膜玉米全灌、隔沟灌和不灌溉的产量分别达到 7 295.85、7 286.55 和 5 270.85 kg/hm², 其中隔沟灌与全灌相比, 经济产量下降了 9.3 kg/hm², 下降了 0.13%, 几乎没有差别; 隔沟灌与不灌

2 试验结果分析

2.1 灌水量

全灌单次灌水量 300 m³/hm², 隔沟灌单次灌水量 150 m³/hm²。

2.2 土壤水分变化情况

从作物种植前、作物生育期和作物收获前的土壤水分看, 土壤水分程逐渐下降的趋势, 说明地膜玉米不仅消耗了生育期间的降雨, 而且消耗了土壤中的水分。地膜玉米土壤水分详见表 1。

溉相比, 经济产量增加了 2 015.7 kg/hm², 增加了 38.24%; 全灌与不灌溉相比, 经济产量增加了 2 025 kg/hm², 增加了 38.42%。详见表 2。

表 2 隔沟灌玉米经济产量记录

| 灌溉方式 | 样方面积/m ² | 单棒重量/g | 单棒数量/个 | 样方产量/g | 产量/(kg·hm ⁻²) | 较不灌增加/% |
|------|---------------------|--------|--------|---------|---------------------------|---------|
| 隔沟灌 | 6.76 | 129.56 | 38 | 4923.28 | 7286.55 | 38.24 |
| 全灌 | 6.75 | 126.21 | 39 | 4922.19 | 7295.85 | 38.24 |
| 不灌溉 | 6.75 | 96.11 | 37 | 3556.07 | 5270.85 | |

2.6.2 隔沟灌地膜玉米生物产量分析

从隔沟灌地膜玉米的生物产量(干重) 可以看出, 地膜玉米全灌、隔沟灌和不灌溉的分别达到 11 499.15、10 461.45 和 10 221.45 kg/hm², 隔沟灌与全灌和不灌溉相比, 生物产量分别增加了- 9.92% 和 2.29%, 没有多大差别。详见表 3。

表 3 隔沟灌玉米生物产量记录

| 灌溉方式 | 样方面积/m ² | 样方株数/株 | 样方产量/kg | 产量/kg | 较不灌增加/% |
|------|---------------------|--------|---------|----------|---------|
| 隔沟灌 | 6.76 | 22 | 7.07 | 10221.45 | 2.35 |
| 全灌 | 6.75 | 22 | 7.76 | 10461.45 | 12.5 |
| 不灌溉 | 6.75 | 24 | 6.90 | 11499.15 | |

2.7 隔沟灌地膜玉米高度分析

从不同灌溉方法的地膜玉米高度观测数据分析结构看, 全灌、隔沟灌和地膜玉米平均高度分别为 236.42、229.88 和 225.95 cm, 隔沟灌沟灌与全灌和不灌溉相比, 地膜玉米高度分别增加了- 2.84% 和 1.72%, 没有多大差别, 方差分析结果显示, 不同灌溉方法对地膜玉米的高度生长没有显著影响。详见表 4。

2.8 隔沟灌地膜玉米水分生产效率

隔沟灌地膜玉米分别进行了全灌、隔沟灌和不灌对比示

范,在生长季节补灌 2 次,分别为拔节期和大喇叭口期。全灌次灌水量 $300\text{ m}^3/\text{hm}^2$,隔沟灌次灌水量 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。根据种植前、收获后土壤含水量、灌水量及土壤容重,计算不同灌溉方法的水分生产效率。隔沟灌地膜玉米的水分利用率达到 $2.26\text{ kg}/\text{m}^3$,较全灌 $2.01\text{ kg}/\text{m}^3$ 和不灌 $1.63\text{ kg}/\text{m}^3$ 分别提高了 12.44% 和 38.65%。说明隔沟灌较全灌的水分生产效率。详见表 5。

表 5 不同灌溉方法地膜玉米水分生产效率计算

| 灌溉方法 | 产量/ ($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$) | 种前土壤 含水/mm | 收获后土壤 含水/mm | 生育期 降水/mm | 生育期灌水量 / $(\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2})$ | 作物生育期总 耗水/ $(\text{m}^3\cdot\text{hm}^{-2})$ | 水分生产效率 / $(\text{kg}\cdot\text{m}^{-3})$ | 较不灌溉 增加/% |
|------|---|---------------|----------------|--------------|---|---|---|--------------|
| 隔沟灌 | 7286.55 | 218.92 | 151.92 | 225.2 | 300 | 3222 | 2.26 | 38.65 |
| 全 灌 | 7295.85 | 218.92 | 140.44 | 225.2 | 600 | 3636.8 | 2.01 | 23.31 |
| 不灌溉 | 5270.85 | 218.92 | 120.11 | 225.2 | 0 | 3240.1 | 1.63 | |

3 结果与讨论

试验结果表明,隔沟灌与全灌相比,产量相近,水分利用效率增加了 12.44%,但用水量只有全灌的一半;与不灌溉相比,经济产量和水分利用效率分别增加了 38.24% 和 38.65%。由此可以看出,隔沟灌溉技术不仅效果明显,而且技术简单、使用和方便,比较适合宁南山区的地膜玉米补充灌溉。该技术的推广应用必将对宁南山区的农业种植产生深远影响。

3.1 技术特点

(1) 操作技术简单、易学、易懂。

参考文献:

[1] 吴普特,黄占斌,等. 人工汇集雨水利用技术研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2002.
[2] 水利部农村水利局农水处. 雨水集蓄利用技术与实践[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.
[3] 水利部农村水利局. 农村集雨工程简明读本[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2001.

(上接第 103 页)

物种丰富度指数最高的阶段,往往为植物群落演替的中间阶段,此时植物层次较多,一般有乔、灌、草层,甚至乔木层也可分为 2 个亚层,植物种类由于林分密度不高而得以剧烈增加,此时不仅有先锋阶段的残余植物,还有过渡阶段的适生植物,更有耐荫植物不断出现。顶极阶段植被虽然与先锋阶段植被的物种多样性具有许多相似的特征,但却存在着质的区别。先锋阶段植物多样性较低,但植物类型多为阳性植物,虽然抗逆性强,但处于演替的前期,稳定性差,终究要被后期演替植物替代;而处于顶极阶段的植被,虽然多样性也较低,但多为耐荫植物,稳定性强,处于演替的顶极阶段,能够自我维持,永续繁衍。

4 结论与讨论

(1) 从对不同时间序列上的群落的物种多样性的比较中

参考文献:

[1] 朱金兆,周心澄,胡建忠. 试论退耕还林还草工程可持续发展的主要途径[J]. 北京林业大学学报(社会科学版), 2003, (2): 36– 39.
[2] 王义弘,李俊清,王政权. 森林生态学实验实习方法[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1990.
[3] 林业部调查规划院. 森林调查手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 1981.
[4] 李博. 植物群落的调查与分析[A]. 见: 姜恕. 草地生态研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1989.
[5] 宋永昌. 植被生态学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001.
[6] 陈廷贵,张金屯. 十五个物种多样性指数的比较研究[J]. 河南科学, 1999, 17(专辑): 55– 57
[7] 张丽霞,张峰,上官铁梁. 芦芽山植物群落的多样性研究[J]. 生物多样性学报, 2000, 8(4): 361– 369.
[8] 黎云祥,等. 二滩水库区陆生植物群落物种多样性研究[J]. 四川师范学院学报, 1998, 19(1): 44– 59.
[9] 郑元润. 大青沟森林植被群落物种多样性的研究[J]. 生物多样性, 1998, 6(3): 191– 196.

表 4 隔沟灌玉米植株高度记录 cm

| 观测日期 | 07– 03 | 08– 18 | 09– 02 | 09– 15 | 平 均 | 较不灌溉增加% |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 隔沟灌 | 217.33 | 235.71 | 235.14 | 231.33 | 229.88 | 1.74 |
| 全 灌 | 223.42 | 242.96 | 240.11 | 239.17 | 236.42 | 4.63 |
| 不 灌 | 216.22 | 231.17 | 229.87 | 226.52 | 225.95 | |

(2) 技术设备要求简单,一般需要一台小型潜水泵或离心泵和 50 m 左右塑料输水管即可。

(3) 省水,次灌水量 $150\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 左右。

(4) 运行管理方便,较适合于一家一户的运行。

(5) 投资较小,每套设备投资 300 元左右,一般家庭都可以自己投资购买。

(6) 灌溉效果较好。

3.2 适用条件

(1) 靠近水源较近,水量较大,一般应大于 40 m^3 。(2) 土地地面平整,平均坡度小于 3° 。(3) 适合于沟垄种植的作物的灌溉,如地膜玉米、沟垄土豆等。