

宁南半干旱地区谷子微集水种植技术研究

王俊鹏, 马林, 蒋骏, 贾志宽

(西北农业大学干旱中心, 陕西 杨陵 712100)

摘要: 在宁南旱作农业区, 采用沟垄相间、垄上覆膜、沟内种植、垄面产流、沟内集水的微集水种植方式, 以期改善土壤供水能力和降水空间分配, 增加局部水分供给, 提高作物产量和水分利用率。1997—1998 年试验结果表明, 谷子耗水量增加 92.2% ~ 119.3%, 产量平均提高 68.6% ~ 98.1%, 水分利用率平均达到 7.75 ~ 12.65 kg/(mm · hm²)。处理中窄垄型增产效果优于宽垄型。

关键词: 微集水种植 半干旱地区 谷子 水分利用率

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2000)03-0041-03

中图分类号: S515.07

Research on Millet Planting Technique of Micro-water Harvesting in Semi-arid Area of the South Part of Ningxia Province

WANG Jun-peng, MA Lin, JIANG Jun, JIA Zhi-kuan

(Research Center on Arid and Semi-arid Area, Northwestern Agricultural University,

Yangling District 712100, Shaanxi Province, PRC)

Abstract: The planting technique of micro-water harvesting includes two parts: water harvesting area and planting area. The water harvesting area is a ridge mulched with plastic film, even small rain can easily run down planting area, so soil moisture in planting area can be improved greatly. The technique has been developed in dryland of the south part of Ningxia province in order to improve the capability of soil water supplying in planting area, decrease the water stress and increase the WUE. The results of experiment from 1997 to 1998 show that the water consumption of millet increased by 92.2% ~ 119.3%, the yield of millet increased by 63.6% ~ 98.1% compared with CK. And WUE reaches to 7.75 ~ 12.65 kg/(mm · hm²). Effect of the ridge with 60 cm width is prior to the ridge with 75 cm wide on improving millet yield.

Keywords: micro-water harvesting plant; semi-arid area; millet; WUE

宁南旱农区年均降水量 280 ~ 450 mm, 气候干燥, 蒸发强烈, 夏秋季节贮存的土壤水分经过冬、春季的蒸发散失, 使得土壤蓄墒率不足 30%^[1]。据对海原试区 1993—1995 年间降水量观测值的统计, 3a 平均降水日数 68 d, 其中小于 5 mm 的无效降水日数为 52 d, 5.0 ~ 10.0 mm 的微效降水日数为 8 d, 大于 10.0 mm 的显效降水日数为 8 d; 另有研究表明, 水分供应不足是影响半干旱偏旱区旱地作物产量的主要因子^[2], 改善水分供应乃是生产发展的最佳途径, 而提高当季降水生产能力特别是无效和微效降水则成为发展生产的重要手段。因此, 我们试图采用人工方法使田间的自然降水相对集中, 以增加单位面积的降雨强度而达到改善水分供应之目的。2a 定位试验表明, 农田微集水种植技术具有显著的增产和提高有限水分利用率的作用。

1 试验方法

1.1 试验设计和实施

供试谷子品种为大同 14 号。地膜采用 0.008 mm × 900 mm 微薄膜。试验于 1996 年 10 月至 1998 年 9 月在国家宁南旱农试验区(宁夏海原县李旺镇二道沟村)进行。试验地选择前茬为豌豆(1)、糜子(2)两种作物的相邻两块平缓旱地, 按垄沟 = 1:1 设处理(垄 + 沟 = 60 cm + 60 cm), 处理(垄 + 沟 = 75 cm + 75 cm)两种处理。以不起垄平作为对照。试验在同一地点以多种作物轮作方式进行。1996 年 10 月中旬在试验地内按等高线起垄, 垄高 15 cm, 拱型, 播前垄面覆膜。

处理和对照化肥均按尿素 75 kg/hm², 磷酸二铵 75 kg/hm² 的施肥量, 于播前 7 d 用条播机施入, 深度

10 cm。1997 年 4 月 8 日播种, 9 月 28 日收获; 1998 年 4 月 20 日播种, 9 月 19 日收获。处理 , 处理 沟内分别种 3~4 行谷子。处理沟内播种量 $11.25 \text{ kg}/\text{hm}^2$ (沟垄总面积为 $5.62 \text{ kg}/\text{hm}^2$), 对照 $7.5 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。5 月下旬间苗、培土。对照与处理沟内株行距相同。计算方法同参考文献 [3]。

1.2 降雨量和播前底墒

1997 年, 谷子生长期降水 177.9 mm , 较常年平均降水 317.3 mm 少 139.4 mm , 属严重干旱年, 但由于 1996 年雨季降水较多, 播前 2 m 土层蓄墒在 $288 \sim 322 \text{ mm}$, 平均达 311.4 mm ; 1997 年秋季降水较少, 使 1998 年谷子播前 2 m 土层蓄墒比 1997 年平均少 91.3 mm , 4 月 20 日至 9 月 19 日共降水 302.5 mm , 属多雨年。

2 结果与分析

2.1 对产量的影响

由表 1 可知, 采用农田微集水方法种植后, 由于垄上所覆地膜的集水效应, 使得当地春季属于无效和微效的降水形成径流, 叠加到种植沟内, 使种植沟内单位面积降水量成倍增加。另外, 垄上覆膜的保墒效应, 使相当于种植沟面积的垄下土壤水分可供沟内作物吸收利用。由于上述 2 效应的综合影响, 处理谷子的生物产量和经济产量比对照平均增加 $23.2\% \sim 44.1\%$ 和 $68.6\% \sim 98.1\%$, 说明微集水种植能在土壤水分和降雨量不变条件下使谷子产量大幅度提高。

1998 年试验对照和处理平均产量分别比 1997 年增加 $1981.3 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 和 $3048.7 \text{ kg}/\text{hm}^2$, 表明微集水措施比平作利用当季降雨的效果更显著。

表 1 1997—1998 年谷子试验产量及性状

年份	处理	生物学产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	经济学产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	株高/ cm	穗重/ (g/穗)
1997	处理 —1	5056.2	2185.3	94	12.4
	处理 —2	4369.5	1874.8	90	10.8
	处理 —1	4752.8	2022.0	92	11.5
	处理 —2	4393.3	1733.3	89	10.1
	对照 1	3576.6	1092.4	75	7.9
	对照 2	2868.7	880.0	73	6.8
1998	处理 —1	12604.2	5500.0	125	15.7
	处理 —2	11975.0	5416.7	123	14.9
	处理 —1	11438.0	4583.3	124	14.8
	处理 —2	11117.0	4510.0	120	14.6
	对照 1	9880.0	2995.0	105	6.4
	对照 2	9250.0	2940.0	101	6.3

注: ① 1997 年处理 1, 2 表示当年试验地前茬作物为豌豆、糜子, 下同。④ 1998 年处理 1, 2 表示当年试验地与 1997 年相对应的地块, 下同; ④ 1998 年谷子试验的前茬作物为小麦, 下同。

2.2 对土壤供水能力、谷子耗水量和水分利用率的影响

根据本试验土壤水分测定值和试区逐日降水资料, 农田微集水技术处理和对照的土壤供水量、作物耗水量、水分利用效率见表 2。

表 2 1997—1998 年农田微集水试验地谷子的水分利用状况

年份	处理	W_1 / mm	W_2 / mm	W_c / mm	W_s / mm	W_E / ($\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2}$)
1997	处理 —1	322.6	243.6	513.8	158.0	8.51
	处理 —2	316.5	248.8	491.2	135.4	7.63
	处理 —1	318.6	241.4	510.2	154.4	7.93
	处理 —2	312.8	240.5	500.4	144.6	6.93
	对照 1	309.5	250.6	236.8	58.9	4.61
	对照 2	288.3	233.5	232.7	54.8	3.78
1998	处理 —1	245.6	168.5	788.8	154.2	13.95
	处理 —2	253.2	174.2	792.6	158.0	13.67
	处理 —1	258.2	178.0	795.0	160.4	11.53
	处理 —2	249.6	172.7	788.4	153.8	11.44
	对照 1	253.4	160.4	410.3	93.0	7.30
	对照 2	254.6	165.0	402.9	85.6	7.30

注: ① W_1, W_2 分别为播前和收获后测定的土层土壤贮水量; ④ W_s 为土壤供水量, W_c 为作物耗水量, W_E 为水分利用效率, 下同。

2.2.1 土壤供水量和谷子耗水量 由表 2 可见, 农田微集水技术处理的谷子的耗水量和土壤供水量不论在干旱的 1997 年还是多雨的 1998 年, 均明显高于对照, 其中处理的作物耗水量比对照高出 $92.2\% \sim$

119.3% , 土壤供水量高出 $65.8\% \sim 181.8\%$, 说明农田微集水技术具有较强的水分空间再分配能力, 使有限的降水和土壤水分集中于作物生长带, 明显地改善旱地作物的水分供应状况, 尤其在干旱年份, 常规种

植谷子的耗水量仅为 232.7~236.8 mm, 其生长代谢受到水分不足的限制, 从而影响其产量的提高。

2.2.2 水分利用率 农田微集水技术处理谷子的平均水分利用率分别达到 $7.75 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ (1997 年) 和 $12.65 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ (1998 年), 分别比对照高出 $3.55 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ 和 $5.35 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$, 表明农田微集水技术具有明显提高作物水分利用率的能力和较强的气候适应性, 能显著提高当季降雨的水分利用率。

2.3 农田微集水技术增产效应的影响因素分析

2.3.1 垄型 不同垄型农田微集水技术增产效应存在明显的差异(表 3)。由表 3 可知, 垄型 比垄型增产 16.6%, 水分利用率高 $1.482 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$, 这说明在干旱地区, 垄型 能更好地发挥农田微集水技术的综合增产效应和提高水分利用率的作用。

表 3 不同垄型农田微集水试验谷子的增产效应

垄型 项目	生物产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	经济产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	水分利用效率/ ($\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2}$)
处理	8501.2	3744.2	10.94
对照	6393.8	1976.9	5.75
增减/%	33.0	89.4	90.30
处理	7925.3	3212.2	9.46
对照	6393.8	1976.9	5.75
增减/%	24.0	62.5	64.50

注: 垄型 垄沟宽均为 60 cm; 垄型 垄沟宽均为 75 cm。

2.3.2 茬口 不同茬口由于前作对土壤水肥的利用状况不一, 对农田微集水技术处理的谷子生长有一定影响。根据 1997 年的资料分析, 在农田微集水试验中, 豌豆茬地(相当于半休闲地)谷子的生物学产量、经济学产量、耗水量、土壤供水量和水分利用率间存在明显差异(表 2)。以经济产量为例, 在相同处理条件下, 豌豆茬谷子比糜茬谷子平均增产 16.6%。因此, 在农田微集水技术的实施过程中, 茬口是必须考虑重要的因素之一, 其主要原因在于底墒状况和地力的好坏。

2.3.3 降水年型 不同降雨年型微集水种植的效果差异十分显著。据 1997 年(旱年)和 1998 年(多雨年)资料分析, 干旱年份处理谷子平均生物产量和经济产量仅为多雨年份处理的 39.4% 和 39.1%, 其水分利用率比多雨年低 $4.898 \text{ kg}/(\text{mm} \cdot \text{hm}^2)$ (表 4)。由此可见, 降水年型对农田微集水技术的综合增产作用

有重大影响, 主要是由作物生长期降水多寡所产生的集水效果差异所造成的。

表 4 不同年型微集水种植的增产效应

年份	处理	生物产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	经济产量/ ($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$)	穗重 (g/穗)	水分利用效率
1997	处理	4643.0	1953.8	11.2	7.75
	对照	3222.6	986.2	7.4	4.20
	增减/%	44.1	98.1	51.4	84.60
1998	处理	11783.6	5002.5	15.0	12.65
	对照	9565.0	2967.5	8.4	7.30
	增减/%	23.2	68.6	78.6	73.20

注: 水分利用效率单位为 $\text{kg} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hm}^{-2}$ 。

3 讨 论

在宁南半干旱地区可通过提高土壤肥力增加作物产量^[4], 在经济欠发达地区这种措施较难实施, 而且在降水较少年份水分则转化为限制土地生产力的主要因素^[5], 本试验所采取的措施使有限的化肥集中施于沟内和降雨经再分配后提高了局部水分供给, 使水、肥条件同时得以改善, 可使水肥效应得以提高。不同降雨年型增产幅度差异较大, 这表明该地区水分是影响作物产量的主要因素。

不同垄宽和垄沟比对土壤水分和降雨的再分配影响能力不同, 本试验中窄垄型优于宽垄型, 但其是根据当地的降雨特点、耕作习惯和作物品种而设计的。在其它类型区如何根据降雨量等因素合理确定垄沟宽度和比例有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] 李军, 王龙昌, 孙小文, 等. 宁南半干旱偏旱区旱作农田沟垄径流集水蓄墒效果与增产效应研究[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 15(1): 16—20.
- [2] 蒋骏, 王俊鹏, 马林. 宁南半干旱地区作物气候适应性分析[J]. 干旱地区农业研究, 1997, 15(4): 51—56.
- [3] 王俊鹏, 蒋骏, 韩清芳, 等. 宁南半干旱区春小麦农田微集水种植技术研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(2): 8—13.
- [4] 刘忠民, 山仑. 宁南半干旱黄土丘陵区春小麦水分生产潜力及开发研究[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 45—51.
- [5] 蒋骏, 许秀娟, 王龙昌. 不同降水年型施肥对旱地春小麦生产力的影响初探[J]. 干旱地区农业研究, 1995, 13(4): 113—118.