

旱地地膜玉米有限供水效应研究

刘 一

(甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 兰州 730070)

摘要: 有限水分在玉米关键时期供给具有明显的增产和水分利用效应。研究结果表明, 随着供水量增加, 玉米产量和水分利用效率增加, 有限供水效应大小依次为喇叭口期 > 拔节期 > 播前 > 苗期, 对应的供水效率为 106.6, 93.3, 90.3, 74.2 kg/(mm · hm²)。同时, 考虑到集雨储水的有限性, 少量水分应优先保证抗旱播种保苗, 其次是关键生育期的有限供给。

关键词: 旱地; 地膜玉米; 有限供水

中图分类号: S513.071

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2003)01-0101-03

Study of the Effects of Limited Water Supply on Corn Covered With Membrane on Dryland

LIU Yi

(1. Dryland Agricultural Institute, Gansu Agricultural Academy of Science, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: Supplying corn with limited water in critical stages has obviously effects on increasing yield and application of water. The result showed that the yield of corn and utilization ratio increased with the increasing amount of water supply. The sequence of limited water supply effects were: dalaba stage > jointing stage > front sowing > seedling stage, with the efficiency of 106.6, 93.3, 90.3, 74.2 kg/(mm · hm²). At the same time, considering the limitation of stored water in rain-gathered, when there is a little water, the first is anti-drought sowing and protecting the seedling, then the limited supply in the growing stage.

Key words: dryland; corn covered with membrane; limited water supply

近几年来, 在旱农研究中, 集雨措施和节水灌溉越来越受到重视, 并积累了大量的技术和经验。特别是黄土高原, 降水年际及年内分布极为不均, 作物水分供需严重错位, 粮食产量低而不稳。本文通过玉米最适供水时期、有限供水量和供水方法的研究, 明确玉米关键生长阶段有限供水的超常效应和旱后补偿效应, 为该区有限集雨贮水的高效利用提供依据。

1 试验材料及方法

试验设供水时期、供水量 2 个处理。供水系统采用燕山滴灌系统, 以供水时期为主处理, 供水量为副处理, 采用裂区设计, 顺序排列。供水时期设播前(4月23日)、苗期(5月29日)、拔节(6月24日)、喇叭口(7月12日)4个时期, 供水量设 0, 12, 24, 36 mm 等 4 个水平。品种为中单 2 号。宽窄行撮苗种植, 宽行 83.3 cm, 窄行 50.0 cm, 每穴保苗 4 株 (60 000 株/hm², 15 000 穴/hm²), 穴距 50.0 cm, 小区面积

27m², 每小区供水 40 穴。每 1 hm² 施有机肥 60 000 kg、N 180 kg、P₂O₅ 127.5 kg, 其它管理同大田。

2 对玉米产量及水分利用率的影响

2.1 试验结果的统计分析

对试验结果(表 1)的方差分析表明, 不同时期供水对玉米籽粒产量有显著的影响, $F = 6.39 > F_{0.05} = 4.76$; 不同供水量对玉米产量有极显著的影响, $F = 625.17 > F_{0.01} = 4.72$; 供水时期与供水量的交互作用也达极显著水平, $F = 7.72 > F_{0.01} = 3.36$ 。这意味着选择适宜的供水时期和有限供水量组合, 就显得尤为重要。

2.2 不同供水时期的影响

由表 2 可以看出, 不同生育时期有限补偿供水对玉米产量、水分利用效率均有显著的作用, 喇叭口期、拔节期、播前、苗期供水的平均产量较不灌水对照分别增产 25.0%、

* 收稿日期: 2002-11-25

基金项目: 国家科技攻关(2001BA508B18)。

作者简介: 刘一(1972-), 男, 甘肃西峰人, 助理研究员, 主要从事旱地土壤水肥研究工作。

24.2%、23.8%、20.6%，水分利用效率达到 35.8、35.4、33.0、31.4 kg/(mm·hm²)，较对照增加 69.5%、67.4%、56.0%、48.2%，供水效率达到 106.6、93.3、90.3、74.2 kg/mm，充分体现了大喇叭口期有限供水的高效性和超补偿效应，但在玉米大喇叭口期、拔节期和播前对玉米进行补充供水，对玉米产量的影响无显著差异，而这 3 个时期与苗期供水相比，产量分别增加 391.4、319.3、285.8 kg/hm²，供水效

率增加 32.4、19.1、16.1 kg/mm，水分利用效率增加 4.4、4.0、1.6 kg/(mm·hm²)，均说明这 3 个时期供水效果显著优于苗期供水，同时，从增产效果来看，大喇叭口、拔节、播前供水差异不大。因此，在陇东旱塬，可在播前、拔节、大喇叭口期任一时期对玉米补充供水，鉴于玉米后期滴灌操作不便，建议在播前补充供水为佳。

表 1 供水时期供水量对地膜玉米及水分利用率的影响

供水时期	供水量/mm	产量/(kg·hm ⁻²)			水分利用效率/		较对照提高/%	
		8946.0	8934.0	8877.0	平均	(kg·mm ⁻¹ ·hm ⁻²)	产量	供水效率
播前	0(CK)	8946.0	8934.0	8877.0	8919.0	21.2	—	—
	12	10017.0	10075.5	10257.0	10116.0	32.4	13.4	99.8
	24	11199.0	10860.0	10662.0	10906.5	33.2	22.3	82.8
	36	12259.0	12108.0	11928.0	12099.0	33.3	35.7	88.4
苗期	0(CK)	8946.0	8934.0	8877.0	8919.0	21.2	—	—
	12	9633.0	9901.5	9633.0	9723.0	29.7	9.0	70.0
	24	10432.5	10912.5	10854.0	10732.5	33.2	20.3	75.6
	36	11880.0	11629.5	11914.5	11808.0	31.0	32.4	80.2
拔节	0(CK)	8946.0	8934.0	8877.0	8919.0	21.2	—	—
	12	9997.5	10261.5	10416.0	10225.5	37.2	14.6	108.8
	24	11253.0	10866.0	10722.0	10947.0	34.6	22.7	84.4
	36	12070.5	12069.0	12015.0	12051.0	34.2	35.1	87.0
大喇叭口	0(CK)	8946.0	8934.0	8877.0	8919.0	21.2	—	—
	12	10821.0	10798.5	10705.5	10774.5	34.6	20.8	154.7
	24	11457.0	11082.0	10956.0	11164.5	37.8	28.1	93.6
	36	11779.5	11437.5	11281.5	11499.0	34.9	31.7	71.7

表 2 不同供水时期多重比较

供水时期	平均单产/ (kg·hm ⁻²)	水分利 用效率	较对照增产 / %	供水效率/ (kg·mm ⁻¹)
大喇叭口	11146.0 a A	35.8	25.0	106.6
拔节	11073.9 a AB	35.4	24.2	93.3
播前	11040.4 a AB	33.0	23.8	90.3
苗期	10754.6 b B	31.4	20.6	74.2
CK	8919.0	21.2	—	—

* 水分利用效率的单位为 kg/(mm·hm²)。

2.3 不同供水量的影响

1996 年玉米全生育期降水为 449.70 mm，尽管较常年玉米生育期降水 440.82 mm 高出 8.88 mm，但因底墒(0~200 cm 土层贮水)仅为 192.90 mm，玉米补充供水仍然有极显著的增产作用(表 3)，增产幅度的大小与补充供水量有着直接关系，补充供水量越大，玉米增产幅度越大，补充供水 12、24、36 mm 较不供水对照分别增产 14.5%、22.6%、33.0%。水分利用效率在补充供水后也大幅度提高，补充供水 12、24、36 mm，玉米水分利用效率分别达到 33.6、34.6、33.3 kg/(mm·hm²)，较对照分别增加 12.4、13.4、12.1 kg/(mm·hm²)，有限补偿供水也显示出十分明显的超补偿效应，补充供水 12、24、36 mm 时，供水效率分别为 107.6、84.2、81.8 kg/mm，尤其在供水 12 mm 时，供水效率达到 107.6 kg/mm，比供水 24、36 mm 分别高出 23.4、25.8 kg/mm，少量供水效果更为突出。尽管补充供水量上升，供水效

率下降，

表 3 不同供水量间多重比较

供水量 /mm	平均单产/ (kg·hm ⁻²)	水分利 用效率	较对照增产/ %	供水效率/ (kg·mm ⁻¹)
36	11865.0 a A	33.3	33.0	81.8
24	10938.0 b B	34.6	22.6	84.2
12	10209.0 c C	33.6	14.5	107.6
0(CK)	8919.0 d D	21.2	—	—

* 水分利用效率的单位为 kg/(mm·hm²)。

但在补充供水 36 mm 时，供水效率仍保持在 81.8 kg/mm 的较高水平，即增加补充供水仍可较大幅度提高玉米的产量。因此，陇东旱塬春玉米有限供水具有十分明显的效果。

2.4 不同供水时期与不同供水量的交互作用

供水时期和供水量组合处理的多重比较表明，36 mm 有限补偿供水在播前、拔节期供给的组合在所有试验处理中增产最显著，产量分别达到 12 099.0、12 051.0 kg/hm²，较对照分别增产 35.7%、35.1%，水分利用效率达到 33.3、34.2 kg/(mm·hm²)、供水效率为 88.4、87.0 kg/mm，显著高于大喇叭口期(71.7 kg/mm) 16.7、15.3 kg/mm。并且 36 mm 有限补偿供水的产量在播前、拔节、苗期之间无明显差异，而较大喇叭口期产量增加 600.0、552.0、309.0 kg/hm²，增产绝对量达极显著水平。因此，一定量(36 mm)的集雨贮水宜在拔节期以前供给。考虑到滴灌设备田间操作的简便可行性，播前灌水最为经济有效，水分利用效率高。

试验结果的进一步分析表明，24、12 mm 有限补偿供水

在大喇叭口期供给效果最好, 24 mm 供水增产 28.1%, 是其它 3 个时期增产量的 1.15~1.24 倍, 水分利用效率、供水效率达到 37.8 kg/(mm·hm²)、93.6 kg/mm, 12 mm 供水增产 20.8%、是其它 3 个时期增产的 1.42~2.31 倍, 水分利用效率 34.6 kg/(mm·hm²), 供水效率却高达 154.7 kg/mm, 充分体现了少量补充灌溉的高效性。这也是因为大喇叭口期是玉米营养生长和生殖生长并行阶段, 对水分亏缺极为敏感的缘故, 此时即使少量供水也可促进玉米的超常速生长和发育, 促进产量的跃迁。

3 小 结

(1) 在陇东地区正常年份各生育期不同补充的平均效果参考文献:

- [1] 樊廷录, 宋尚有, 罗俊杰. 陇东旱塬集雨节灌高效农业研究[J]. 干旱地区农业研究, 1999, 17(1): 18-23.
[2] 马天恩, 高世铭. 集水高效农业[M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1997.

(上接第 64 页)

- [12] 党廷辉. 不同降水年型旱塬冬小麦优化施肥模式研究[A]. 长武农业生态系统结构、功能及其调控原理与技术[M]. 北京: 气象出版社, 1998. 76-81.
[13] 党廷辉. 旱塬冬小麦氮磷肥效及其利用率的变异性[J]. 生态农业研究, 2000, 8(4): 43-46.
[14] 党廷辉. 不同降水年份黑垆土微肥增产效果及对小麦品质的影响[A]. 长武农业生态系统结构、功能及其调控原理与技术[M]. 北京: 气象出版社, 1998. 136-139.
[15] 杨平, 彭琳, 戴鸣钧. 氮、磷肥对冬小麦蛋白质含量及氨基酸组分的影响[J]. 土壤通报, 1990, 21(5): 223-224.
[16] 党廷辉. 黄土旱塬轮作培肥试验研究[J]. 水土保持学报, 1998, 4(3): 44-47.
[17] 党廷辉, 彭琳, 戴鸣钧, 等. 旱塬长期施肥的产量效应与土壤肥力的演变[J]. 水土保持学报, 1995, 1(1): 55-63.
[18] 党廷辉, 彭琳, 戴鸣钧. 定位施肥对黑垆土剖面养分的影响[J]. 水土保持通报, 1995, 15(6): 28-33.
[19] 党廷辉. 土壤剖面养分定位研究及有机肥的培肥作用[J]. 西北农业学报, 1995, 4(增刊): 100-103.
[20] 党廷辉, 彭琳, 戴鸣钧. 旱塬长期施肥对冬小麦产量和土壤养分的影响[J]. 水土保持通报, 1993, 13(5): 54-57.
[21] 党廷辉, 郭胜利, 彭琳. 连续施肥对黑垆土磷素组成及吸附特性的影响[J]. 地理科学进展, 1998, 17(增刊): 154-158.
[22] 党廷辉. 施肥对旱地冬小麦水分利用效率的影响[J]. 生态农业研究, 1999(2): 28-31.
[23] 彭琳, 党廷辉. 石灰性土壤磷素形态组成与旱地长期定位施肥对其影响[A]. 长武农业生态系统结构、功能及调控原理与技术[M]. 北京: 气象出版社, 1998. 89-119.
[24] 党廷辉, 彭琳, 等. 旱塬特大干旱年冬小麦肥效的异常性分析[J]. 水土保持通报, 1993, 13(5): 54-57.
[25] 党廷辉, 彭琳, 等. 定位施肥对黑垆土无机磷组成及有效性的影响[J]. 陕西农业科学, 1993(5): 12-14.
[26] 彭琳, 杨平, 刘耀红, 等. 渭北高原旱地小麦化肥施用效果[J]. 干旱地区农业研究, 1986, 4(1): 32-39.
[27] 党廷辉, 郝明德. 黄土旱塬不同降水年份氮肥效应与土壤氮素调节[J]. 中国农业科学, 2000(4): 62-66.
[28] 党廷辉, 郭胜利, 郝明德. 旱地冬小麦氮磷自然供给能力及其吸收氮磷来源的长期定位试验[J]. 植物营养与肥料学报, 2001(2): 166-170.
[29] 刘晓宏. 黄土高原长期轮作施肥系统土壤供氮能力研究[D]. 杨陵: 中国科学院水利部水土保持研究所, 1999.
[30] 樊军, 郝明德, 党廷辉. 旱地长期定位施肥对土壤剖面硝态氮分布与累积的影响[J]. 土壤与环境, 2000, 2(1): 23-26.
[31] 李玉山. 苜蓿生产力动态及其水分生态环境效应[J]. 土壤学报, 2002, 39(3): 404-411.
[32] 董翠云, 黄明斌. 黄土塬区旱作农田高生产力的水分环境效应与产量波动性[J]. 土壤与环境, 2000, 9(3): 204-206.

是大喇叭口期> 拔节期> 播前> 苗期, 供水效率依次为 106.6, 93.3, 90.3, 74.2 kg/mm, 体现了旱地玉米在不同生育时期有限供水的高效性。

(2) 就不同滴灌在各生育时期的平均效果而言, 补充供水 12, 24, 36 mm 较不供水对照玉米产量增加 14.5%、22.6%、33.0%, 供水效率达 107.6, 84.2, 81.8 kg/mm, 更充分说明旱地玉米有限补偿供水的超补偿效应。

(3) 建议当地农民在利用有限集雨补灌玉米时, 优先考虑在大喇叭口期供水, 特别是补充供水量较少时, 12 mm 补充供水可增产 20% 以上, 在补充供水量较多(> 36 mm) 时, 也可以考虑操作的方便选择在拔节或播前供给。