

不同灌溉目标下玉米滴灌制度研究

张晓伟 黄占斌 李秧秧 范新科

(中国科学院水土保持研究所 陕西杨凌 712100)
水利部

摘要 以夏玉米为研究对象,就不同灌溉目标下合理滴灌定额和滴灌周期进行了研究,旨在为不同类型区玉米生产因地制宜的采用不同滴灌制度提供参考。

关键词 玉米 灌溉目标 滴灌制度

Study on Drip Irrigation System of Corn at Different Irrigation Objects

Zhang Xiaowei Huang Zhanbin Li Yangyang Fan Xinke

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences

and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

Abstract Determination of optional irrigation quota and frequency at different irrigation objects was studied with summer corn, the results could provide reference for different types of corn-growing areas when using different drip irrigation systems.

Key words corn irrigation objects drip irrigation systems

针对灌溉方式的研究国内外许多研究机构曾做了大量的研究及实践,目前普遍认为滴灌是最有效的节水灌溉措施之一。但滴灌应用于大田作物,研究多为定性对比试验,缺乏确切的灌溉目标及量化的灌水指标,本研究的目的旨在确定合适的灌溉目标下,确定不同灌溉方式玉米适宜的灌水定额和滴灌周期,探索适应我国北方缺水地区玉米生产的滴灌制度。

1 材料与方法

试验以渭北旱塬主要秋粮作物玉米为研究材料,于1997年在陕西富平县东新村进行。试验年份玉米生育期降水量仅为192.2 mm,蒸发量为1 225.6 mm,为满足玉米正常生长的需要,试验在处理期外喇叭口期统一灌水 $1\,350\text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。

试验因素处理、测定项目及方法见文献[1]。

2 结果与分析

2.1 不同灌溉方式下合理的灌水定额

节水农业的中心是提高水的利用率和利用效率, 所要解决的主要问题是: 在灌溉农业中如何做到在节约大量灌溉用水的同时实现高产。在旱地农业中如何做到增加少量供水以达到显著增产^[2]。滴灌用于缺水地区大田作物灌溉, 是为了获得一定产量或者为减少产量损失, 而不是高产, 其灌溉目标的侧重点是节水而使较大面积均衡增产, 靠提高水的利用率来实现。

灌水定额的确定因选用的参数指标不一致, 往往会得到不同的灌水定额和灌水方法。邵爱军^[3]等(1993)对夏玉米根系吸水率模型推断认为, 夏玉米吸水根系主要发育层在地下 30~35 cm 的范围内, 但这仅为一个范围指标, 没有灌水量的定量标准。王留运等(1995)对果树滴灌需水规律进行了研究^[4], 引用了日补水强度的概念。综上二人研究结果, 再加上日蒸发量及杨苏龙^[5]膜下滴灌减少的土壤蒸发量, 作为合适的灌水指标似乎可较全面地判定合适的灌水定额和灌水周期。

对不同灌水方式的灌溉量进行测定及数据分析(表 1), 玉米拔节期—喇叭口期土壤含水量不低于 15% 较为合适。这一时期持续天数为 20~25 d。根据表 2 得到, 不同灌水方式、不同灌溉量的土壤湿润深度及土壤含水量共同判定: 膜下滴灌的灌水量均符合标准; 露地滴灌为等于或大于 300 m³/hm²; 畦灌为等于或大于 600 m³/hm²。

表 1 不同灌溉方式湿润深度及可持续天数														
灌溉方式	膜下滴灌					露地滴灌					畦 灌			
灌溉量/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	0	150	300	450		75	150	300	450	600	300	600	900	1200
土壤湿润深度/ cm	0	30	40	50		20	25	35	40	50	20	35	50	75
湿润土壤有效贮水量/ mm	13.5	45.8	55.5	57.2		17.2	22.2	45.3	48.0	55.2	26.7	42.0	79.2	136.0
日补水强度/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$	0.68	2.24	2.78	2.86		0.86	1.11	2.27	2.40	2.76	1.34	2.1	3.96	6.8
多年平均日蒸腾蒸发量/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$	6.24	1.28	1.28	1.28		4.18	4.18	4.18	4.18	4.18	6.24	6.24	6.24	6.24
可持续天数/ d	2.2	35.8	43.3	44.7		4.1	5.3	10.8	11.5	13.2	4.3	6.7	12.7	21.8
1997 年日平均蒸腾蒸发量/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$	10.89	2.18	2.18	2.18		7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	10.89	10.89	10.89	10.89
可持续天数/ d	1.2	21.0	25.6	26.2		2.4	3.0	6.2	6.6	7.6	2.5	3.9	7.3	12.5

注: 地膜覆盖的蒸发量按系数 0.2 折算, 露地滴灌蒸发减少 30%^[6], 土壤凋萎湿度 8.0%。

从日补水强度和多年平均日蒸腾蒸发量来看, 膜下滴灌的日补水强度均大于多年平均日蒸腾蒸发量, 其持续天数为 35.8~44.7 d, 可见在正常年份下膜下滴灌仍有节水潜力。但在 1997 年极端干旱下, 膜下滴灌的日补水强度略高于日蒸腾蒸发量, 其持续天数为 21~26 d, 可见在极端干旱年份从节水的角度出发, 该期内膜下滴灌 150 m³/hm², 已能满足于玉米正常需要。露地滴灌的日补水强度均小于多年平均日蒸腾蒸发量, 灌水量等于或大于 300 m³/hm², 从灌水方法上才是可取的。但在该生育期灌水次数仍需要 2 次才能满足玉米正常需要。就 1997 年极端干旱的情况下, 在该生育期的灌水次数需 3 次。畦灌的日补水强度只有 1 200 m³/hm² 与多年平均日蒸腾蒸发量接近, 其持续天数为 21 d, 满足了玉米该生育期的需要, 但在 1997 年极端干旱的条件下, 其仍需要 2 次灌水才能满足玉米该生育期的需要, 从限量灌水的标准看, 畦灌 1 200 m³/hm² 为定额灌溉量的下限。

2.2 灌溉效益

在市场经济条件下, 首先遵循效益优先的原则, 如何降低资源和成本消耗, 确定经济灌溉定额是实现农业节水中心环节^[7]。生产成本可概括为: $Y_{\text{生产成本}} = \text{基价(生产资料费)} + \text{设施费} + \text{工费}$, 鉴于当前生产现状本文暂不计工费。从表 2 中可以得出: 膜下滴灌有效益灌溉量为 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $450 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 分别增收 2.37%、25.75%; 露地滴灌有效益灌溉量为 $450 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 分别增收 4.89%、26.57%; 畦灌有效益灌溉量为 $900 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 、 $1\,200 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 分别增收 14.02%、42.51%。在 1997 年严重干旱的年份, 滴灌不但节约了水资源, 且能收回成本, 这对推广大田作物滴灌技术极为重要。但值得注意的是: 本试验在玉米拔节期一次滴灌, 若在玉米各需水关键时期都能使用或进行周期定量滴灌, 提高了滴灌材料的利用率, 更会有良好的增产增收效果。另外, 生产成本中管理费是一个较模糊的问题, 但可以肯定滴灌降低了劳动强度, 更适合于集约化农业。

表 2 不同灌溉方式的经济灌溉量

灌溉方式		膜下滴灌				露地滴灌				畦 灌			
灌溉量/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$		0	150	300	450	150	300	450	600	300	600	900	1200
产量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$		1992.0	247.5	3322.5	4167.0	2097.0	2541.0	3175.5	3918.0	1848.0	2749.5	3358.5	4392.0
折 款/ 元		2191.5	2727.0	3655.5	4584.0	2305.5	2794.5	3493.5	4309.5	2031.0	3024.0	3694.5	4831.5
综 合 费	基价	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490	2490
	水费/ 元	0	75	150	225	75	150	225	300	150	300	450	600
	设施费/ 元	300	930	930	930	630	630	630	630	300	300	300	300
	合计	2790	3495	3570	3645	3195	3270	3330	3405	2940	3090	3240	3390
效益增减/ $\pm\%$		-21.46	-21.96	2.37	25.75	-27.8	-14.52	4.89	26.57	30.91	2.12	14.02	42.51

注: 滴灌材料每 hm^2 投入 6 300 元, 使用年限 10 a。畦灌采用地龙带, 每 hm^2 投入 1 500 元, 使用年限 5 a。水费 1 h7.5 元, 出水量 15 m^3 , 地膜每 hm^2 用 37.5 kg。基价= $60 \text{ kg 种子} \times 5 \text{ 元/kg} + 300 \text{ kg 尿素} \times 1.8 \text{ 元/kg} + 600 \text{ kg 磷肥} \times 0.5 \text{ 元/kg} + 1\,350 \text{ 元水费(其它生育期)} = 2\,490 \text{ 元}$ 。

3 小 结

(1) 滴灌是节水农业中最有效的节水措施之一, 实行滴灌最有效的农艺措施是膜下滴灌, 1 hm^2 畦灌的灌水量可露地滴灌 $2 \sim 3 \text{ hm}^2$; 可膜下滴灌 $3 \sim 4 \text{ hm}^2$, 其综合生产力分别是畦灌的 1.9 ~ 2.6 倍、2.6 ~ 3.6 倍。

(2) 从作物高产、高效的灌溉目标出发, 滴灌量应保持在等于或大于 $300 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的水平, 从节水和获得一定产量的灌溉目标出发, 在膜下滴灌的情况下, 滴灌量小于 $150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 是可能的。

(3) 从效益灌溉来看, 膜下滴灌灌量等于或大于 $450 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 才是可取的, 其增效 25.8%; 露地滴灌量等于或大于 $600 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 才是可取的, 其增效 26.6%。在此滴灌量下, 就需进行周期滴灌。膜下、露地滴灌周期分别为 10 ~ 12 d、7 ~ 9 d。

参考文献

1 张晓伟等. 滴灌条件下玉米的产量和 WUE 效应研究. 水土保持研究, 1999, 6(1)

2 山仑. 有限灌溉及其生理生态基础. 见山仑主编. 旱地农业生理生态基础, 北京: 科学出版社, 1998, 160 ~ 173

3 邵爱军等. 野外条件下作物根系吸水模型的建立. 水利学报, 1997, (2): 68 ~ 72

4 王留运等. 果树滴灌需水规律试验研究. 节水灌溉, 1997(2): 16 ~ 22

5 杨苏龙等. 滴灌土壤水分移动规律研究初报. 山西农业科学, 1997, 25(1): 47 ~ 50

6 王筵等. 覆盖淀粉—聚乙烯膜对玉米产量和土壤环境的影响. 山西农业科学, 1997, 25(1): 15 ~ 18

7 罗金耀等. 喷微灌溉节水灌溉综合评价指标体系与指标估价方法. 节水灌溉, 1997(1): 15 ~ 19