

渭北旱塬膜上灌小麦研究初报

张光辉

朱立选

(中国科学院水利部水土保持研究所 陕西杨陵 712100) (咸阳师范专科学校)

摘要 在大田试验的基础上,分析了膜上灌小麦的水量平衡、土壤剖面水分分布特征、产量水平以及生理指标的日变化,研究结构表明在渭北旱塬区应用膜上灌技术可以减小土壤水分无效蒸发、改变土壤剖面水分分布特征、增加土壤水分贮量、调节作物生长微环境,从而提高作物产量,宜大力推广应用。

关键词 膜上灌 小麦 渭北旱塬

Study on Wheat of Film Hole Irrigation in Weibei Dry Plateau

Zhang Guanghui

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

Zhu Lixuan

(Xianyang Normal School)

Abstract On the basis of field experiment, water balance, moisture distribution property in soil profile, yield, and diurnal change of physiological indexes of wheat of film hole irrigation are analyzed. The results show that in Weibei dry plateau using film hole irrigation technique can decrease soil moisture evaporation, change moisture distribution in soil profile property, increase soil moisture storage, adjust crop growth micro environment, and then increase crop yield and should be popularized in large area.

Key words film hole irrigation wheat Weibei dry plateau

1 前言

水资源紧缺已成为全球性环境问题,我国水资源人均占有量仅 $2\ 730\ \text{m}^3$, 只占世界平均水平的 25%, 而且水资源南北分布极为不均, 在耕地面积占 64%、人口占 45% 长江以北的广大地区, 水资源占有量仅为 19%。随着干旱程度的加剧、农田复垦指数的提高、灌溉面积的扩大、工业用水的上升, 水资源供需矛盾日益尖锐。

田间节水是节水灌溉中的重要环节, 在我国现有的 $0.5\ \text{亿}\ \text{hm}^2$ 灌溉农田中, 98% 以上的属

地面灌溉,由于地面平整差,灌水粗放等因素的影响,田间灌水利用系数仅 0.5~0.7,而发达国家田间灌水利用系数可达 0.9 以上,因此,发展田间节水技术大有潜力可挖。

膜上灌是由我国独创的田间节水灌水技术,因水在膜上流动,通过渗水孔和放苗孔进入土体,从而提高了灌水均匀度和灌溉水的利用效率,在新疆推广面积很大,带来了巨大的经济效益和生态效益^[1]。地膜小麦近年来在甘肃兴起,因其具有较高的节水效益和巨大的生产潜力,使得该技术发展很快,进而带动陕西、宁夏、山西、山东等省区也大力推广地膜小麦。但如何将地膜小麦种植技术与节水灌溉技术有机结合,进一步提高单位面积产量仍是一亟待解决的重大问题^[2],对此进行了初步研究。

2 试验设计

试验布设于富平县东新村,该村生产条件优越,耕地肥沃,土壤为黄绵土,年均气温 13.1℃,多年平均降雨量 527.2 mm,光热资源丰富,作物以小麦和夏玉米为主。试验区为水浇地,属典型的渭北旱塬小井灌区。

试验布设了 16 个试验小区,小区宽 1.4 m,播 7 行小麦,行距 12 cm,占地 0.1 hm²,小区长分别为:50、38、33、26、18、16、14、10 m,采取 1 次重复,供试小麦品种为小堰 22。用小麦覆膜穴播机播种,膜与膜间距离 30 cm。小麦于 1997 年 10 月 20 日播种,1998 年 5 月 29 日收获,由于播种时底墒太差,为了保证小麦出苗,于 11 月 1 日对各小区灌水一次,灌水定额 450 m³/hm²,另于次年 4 月 1 日灌水 1 次,灌水定额为 390 m³/hm²,生育期降雨量 223.9 mm。观测项目有:土壤水分动态、小麦播前、生育期各月、每次灌水前后、收获后用土钻在各小区不同部位进行采土,用烘干法测定土壤水分含量,钻深 1 m,2 次重复。耗水规律,根据测得的土壤水分资料和灌水量进行计算。灌水时用水表对各小区的灌水量进行严格控制,并进行相应的记录。灌水均匀度,指小区沿长各点灌溉水入渗量占小区平均入渗量的百分数,可通过灌水前后小区各点土壤水分含量计算得出。出苗率通过典型样方调查计算得出。产量,小麦收获后进行了严格的测产,方法同一般大田试验。

表 1 试验设计

区号	长度/ cm	灌水量/ m ³ ·hm ⁻²	覆盖 情况
1	33	390	覆膜
2	26	390	覆膜
3	16	390	覆膜
4	14	0	覆膜
5	10	390	无膜
6	10	0	无膜
7	14	0	覆膜
8	16	390	覆膜
9	26	390	覆膜
10	33	390	覆膜
11	50	390	覆膜
12	38	390	覆膜
13	18	390	覆膜
14	18	390	覆膜
15	38	390	覆膜
16	50	390	覆膜

3 试验结果

3.1 水量平衡及土壤剖面水分特征

在试验过程中,记录了降雨量和灌水量,在播种期和收获时测定了各小区 1 m 土层土壤含水量,计算了各小区水量平衡情况(表 2),由表 2 可知,不同处理的小区土壤耕层含水量不同,覆盖地膜可以减小土壤水分的无效蒸发,增加土壤水分含量,与不覆膜的灌水小区相比平均增加 63.1%,而对于不覆膜小区增加 56%。由于灌水可显著增加土壤水分含量,从而减小了小麦对土壤耕层贮水量的吸收,与不灌水小区相比平均减小 52% 左右。

不同处理小区土壤剖面水分特性存在明显的差异(图 1),在整个 1 m 土层内,有地膜覆盖又灌水的小区土壤含水量明显高于其它处理,平均高 42%,与有膜

覆盖而不灌溉的小区相比,剖面含水量增加 50.5%,而对于无膜覆盖的小区而言,由于小麦生育期降雨量较多,加之灌水定额不大,灌溉对土壤水分含量的影响不大,无膜覆盖的灌水小区和不灌水小区,1 m 土层平均含水量仅差 1.12%。同时由图 1 可以看出,与其它处理相比,膜上灌小区土壤剖面水分分布比较均一,土壤表层含水量较高,在 14 cm 处开始下降,而后比较平缓,大约在 50 cm 处再次开始下降。而其它处理的土壤剖面水分分布特征极其相似,土壤表层含水量较高,在 30 cm 处开始急剧下降,50 cm 处达最低值,然后开始缓慢回升。这一现象进一步表明,膜上灌小麦主要吸收上层的土壤水分,其根系活动范围较其它处理浅 10~15 cm。进一步分析表 2 可知,膜上灌灌水技术可以提高小麦水分利用效率,与其它处理相比可提高 29.4%,与一般大田小麦相比可提高 43.7%。

表 2 各小区水量平衡

区号	降雨/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	灌水/ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	$W_P /$ %	$W_H /$ %	$W_C /$ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	$W_T /$ $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$	产量/ $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$	WUE/ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1	2235	840	15.46	13.60	241.95	3316.5	9900	2.98
2	2235	840	16.03	14.74	167.85	3243.0	9915	3.06
3	2235	840	16.27	14.27	260.10	3334.5	9375	2.81
4	2235	450	14.84	11.94	377.25	3063.0	7455	2.43
5	2235	450	17.11	12.62	714.00	3399.0	7860	2.31
6	2235	450	18.19	13.07	665.85	3351.0	7050	2.10
7	2235	450	17.64	11.16	842.85	3526.5	7020	1.99
8	2235	840	13.66	12.47	154.80	3229.5	10200	3.16
9	2235	840	16.30	15.46	109.20	3184.5	9435	2.96
10	2235	840	15.71	14.79	119.70	3193.5	9660	3.02
11	2235	840	16.57	12.97	468.30	3543.0	8025	2.26
12	2235	840	14.81	13.48	172.95	3247.5	10035	3.09
13	2235	840	14.90	12.02	389.55	3448.5	9690	2.81
14	2235	840	16.65	11.46	675.00	3750.0	10500	2.80
15	2235	840	14.13	11.63	325.20	3399.0	9510	2.79
16	2235	840	14.04	13.09	123.60	3198.0	8280	2.59

* W_P 、 W_H 分别为播种期和收获期 1 m 土层土壤含水量, W_C 为 1 m 土层土壤贮水量的变化, W_T 为总水量, WUE 为水分利用效率。

3.2 小麦生长及产量

为防止小麦生长过快,难以越冬,膜上灌小麦播种日期比一般小麦推迟 15 d,于 12 月 1 日对膜上灌小麦出苗情况进行了调查,结果表明在晚种 15 d 的情况下,每 hm^2 出苗率 165 万株,开春于 3 月 10 日再次调查,此时每 hm^2 保留 225 万株左右,与一般小麦持平。同时小麦高度也赶上了一般小麦,色泽正常,另外一般大田小麦在快成熟时,由于连阴雨的影响使小麦减产,而膜上灌小麦成熟正常。从而说明膜上灌小麦由于有地膜覆盖,可以提高地温,促进小麦快速生长,能够保证小麦的正常生长发育。小麦收获时对其进行了严格测产,由于膜上灌小麦小区间有 30 cm 的间隔,所以对其产量按 80% 进行了折合,结果表明膜上灌小麦产量明显高于一般小麦,与同样有地膜覆盖的小区相比,采用膜上灌水技术可提高产量 31.7%,而单纯采用地膜覆盖技术并不能大幅度提高单产,此时产量提高率仅为 3% 左右。图 2 是 12 个有膜有灌小区、2 个有膜无灌小区、1 个无膜有灌小区和 1 个无膜无灌小区产量的比较结果。从上面的结果可以看出,在渭北小井灌区,膜上灌水技术可以大幅度提高小麦单产,值得大力推广应用。

3.3 膜上灌小麦生理指标日变化

为了从生理角度探讨膜上灌小麦节水增产的机理,于 1998 年 5 月测定了膜上灌小麦的叶片温度、蒸腾速率、气孔导度、光合速率日变化,结果表明膜上灌小麦气孔导度和蒸腾速率的日变化

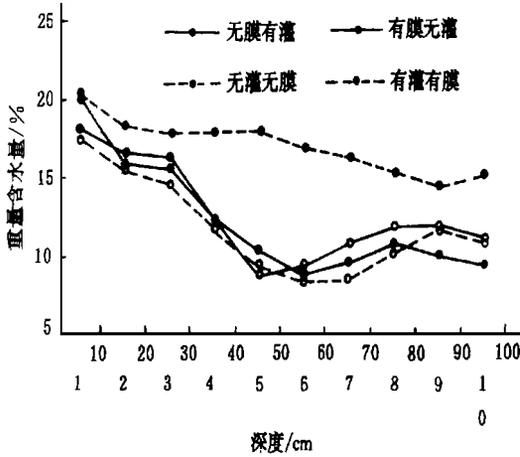
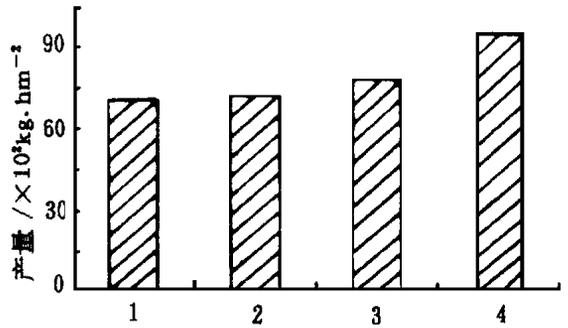


图 1 不同处理土壤水分剖面(6月1日)



处理 1. 无膜无灌; 2. 有膜无灌; 3. 无膜有灌; 4. 有膜有灌。

图 2 不同处理产量对比

基本呈单峰曲线, 由于地膜覆盖引起反光、增温等作用, 导致它们的日变化与普通小麦稍有差异, 主要反映在峰值出现的时间上, 膜上灌小麦气孔导度和蒸腾速率日变化峰值出现时间比普通小麦提前 30 min 左右。而叶片温度比普通小麦高 1.08 , 从而加速了光合作用, 促进了干物质积累。图 3 为膜上灌与一般大田小麦光合速率的日变化, 从图中可以看出, 由于膜上灌小麦温度较高, 光合速率普通高于普通小麦, 但从 11:30 至 15:30, 因叶片温度偏高, 膜上灌小麦部分气孔关闭, 引起光合速率的迅速下降, 15:30 以后气孔开放, 光合速率再次高于普通小麦。气孔导度和蒸腾速率也具有相同的特点, 只是下降的时间稍有差异。

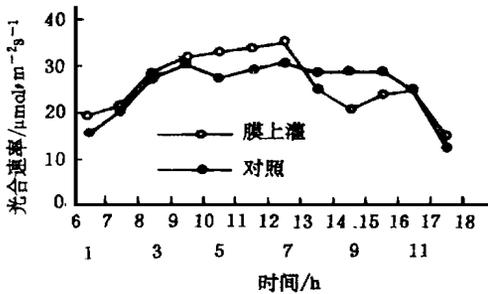


图 3 不同处理光合速率

4 结 论

(1) 膜上灌灌水技术对土壤水分分布特征、土壤贮水量和水分利用效率有明显影响, 与一般大田小麦相比, 因膜上灌灌水技术可以减小土壤水分的无效蒸发, 增加土壤耕层贮水量, 同时对土壤剖面水分特性有显著的影响, 在整个 1 m 土层内, 有地膜覆盖又灌水的小区土壤含水量明显高于其它处理, 平均高 42%, 与有膜覆盖而不灌溉的小区相比, 剖面含水量增加 50.5%。膜上灌小区土壤剖面水分分布比较均一, 小麦主要吸收上层的土壤水分, 其根系活动范围较一般大田小麦浅 10~15 cm。膜上灌灌水技术可以提高小麦水分利用效率, 与一般大田小麦相比可提高 43.7%。

(2) 膜上灌可以提高小麦产量, 与地膜覆盖小麦相比, 其产量提高 31.7%, 在小井灌区单纯采用地膜覆盖技术并不能大幅度提高单产, 此时产量提高率仅为 3% 左右, 因而在小井灌区要大幅度提高小麦单产, 必须大力推广膜上灌灌水技术, 既起到节水的目的, 又达到增产的效果。

(3) 膜上灌水技术可以改变作物生长的微环境, 叶片温度平均增加 1.08 , 促进光合作用和干物质积累, 同时对作物光合速率、蒸腾速率、气孔导度的日变化具有显著影响。

(4) 膜上灌灌水技术可以改变作物生长的微环境, 叶片温度平均增加 1.08 , 促进光合作用和干物质积累, 同时对作物光合速率、蒸腾速率、气孔导度的日变化具有显著影响。

参考文献

1 徐志友, 棉花膜上灌示范推广试验成果报告. 新疆水利, 1992(5)
 2 张光辉, 蒋定生, 邵明安. 节水灌溉—膜上灌研究综述. 水土保持通报, 1997(2)