

埋式滴灌毛管埋深和间距对玉米产量的影响

段满红, 田建斌

(甘肃省景泰川电力提灌管理局, 甘肃 景泰 730400)

摘要: 研究了埋式滴灌毛管埋深及间距对大田玉米产量的影响。结果表明, 苗期毛管埋深 30 cm 时耗水较高, 有利于玉米苗期和前期的生长; 拔节期到大喇叭口期, 毛管间距 80 cm 时耗水量较低; 在灌浆期, 间距 60 cm 时耗水最大, 说明在玉米灌浆期, 由于灌水补充和降水的增多, 各处理耗水量达到最大值。毛管埋深 30 cm、间距为 60 cm 时, 滴头流量为 1.2 L/h、1.6 L/h 处理的产量均达最高, 分别为 11 670、15 375 kg/hm², 因此毛管埋深为 30 cm、间距为 60 cm 为大田玉米埋式滴灌最优组合模式。同一毛管铺设方式下, 在灌水定额和灌水时间一致的情况下, 滴头流量为 1.6 L/h 时的产量显著高于滴头流量为 1.2 L/h 的处理。

关键词: 埋式滴灌; 玉米; 毛管埋深; 毛管间距; 耗水规律; 产量

中图分类号: S277 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2018)02-0047-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.02.013

Study on Water Consumption Pattern and Yield of Corn Under Buried Drip Irrigation

DUAN Manhong, TIAN Jianbin

(Jingtai Chuan Electric Power Irrigation Bureau of Gansu Province, Jingtai Gansu 730400, China)

Abstract: Under the condition of buried drip irrigation, the effect of different capillary depth and spacing on soil water consumption and corn yield during the whole growth period of field corn is studied. The results show that the water consumption is higher at the seedling stage with capillary depth of 30 cm, which indicate that it is conducive to the growth of seedling and early stage of corn. From the jointing stage to the bell-mouthed stage, the water consumption is lower when the capillary spacing is 80 cm. The water consumption of the 60 cm spacing is the largest, which indicate that in the corn filling stage, supplemented by irrigation and precipitation increased, the water consumption of each treatment reach the maximum. When the depth of capillary tube is 30 cm and the spacing is 60 cm, the dripper flow rate is 1.2 L/h and 1.6 L/h, the output of yield is the highest, which is 11 670 kg/hm² and 15 375 kg/hm², respectively. Therefore, the capillary depth of 30 cm and the spacing of 60 cm is the optimal combination mode of field corn suitable for buried drip irrigation. Under the same capillary tube laying method, when the irrigation quota and irrigation time remain the same, the yield on dripper flow of 1.6 L/h is significantly higher than that at dripper flow of 1.2 L/h.

Key words: Buried drip irrigation; Corn; Depth of capillary tube; Pitch of capillary tube; Water consumption pattern; Yield

甘肃河西地区位于青藏高原边缘, 属于典型干旱荒漠区, 土地面积 27.11 万 km²。近 30 年来, 由于该地区社会经济快速发展, 对水资源的需求量越来越大, 发展高效节水农业已迫在眉睫。走节水高效的道路, 发展节水农业, 对河西内陆区流域水资源可持续利用具有重要的现实意义。研究表明, 埋式滴灌与其他灌溉方式相比具有节水增产效益^[1-5]。Phene 等^[6]的研究表明, 埋式滴灌条件下甜玉米产量比喷灌和沟灌高 12%~14%, 与沟灌相比, 番茄产量高 20%。范永申等^[7-9]通过对棉花常规地面沟灌、膜下滴灌以及地下滴灌土壤水分变化的研究表明, 棉花地下滴

灌节水增产效果显著。我们通过试验, 研究了埋式滴灌毛管埋深和间距对玉米产量的影响。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验设在甘肃省水利科学研究院民勤试验基地。位于民勤县城以北的大滩乡东大村, 地理坐标为东经 130° 05', 北纬 38° 37'。属典型的大陆性荒漠气候, 风沙多, 蒸发量大, 降水少, 气候干燥。无霜期 150 d, 最大冻土深 115 cm。试验区 0~60 cm 为粘壤土, 土壤平均容重 1.54 g/cm³。试验田土壤理化性质及灌溉水质情况见表 1、表 2、表 3。

收稿日期: 2017-07-12; 修订日期: 2017-12-20

作者简介: 段满红(1986—), 男, 甘肃庆阳人, 助理工程师, 主要从事土木工程的研究工作。E-mail: 16564381@qq.com。

表 1 试验地土壤养分状况

土层/cm	有机质/(g/kg)	全氮/(g/kg)	全磷/(g/kg)	全钾/(g/kg)	碱解氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)	pH
0~20	8.0	0.63	1.6	17.5	33.0	72.06	180.0	8.92
20~40	6.8	0.61	1.2	17.5	23.0	7.45	170.0	7.45
40~60	5.7	0.54	1.1	17.5	18.6	2.98	190.0	8.05
60~80	3.4	0.23	0.9	15.0	16.1	4.58	120.0	7.97
80~100	3.8	0.45	1.0	15.0	11.6	3.44	110.0	7.79
100~120	3.9	0.26	1.1	17.5	10.5	5.38	160.0	7.60

表 2 试验田土壤盐分含量

土层/cm	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	全盐
0~20	0.05	0.20	0.10	0.11	0.03	0.13	0.45	0.14	1.21
20~40	0.03	0.39	0.03	0.16	0.06	0.30	0.48		1.45
40~60	0.03	0.48	0.04	0.22	0.09	0.50	0.50	0.03	1.89
60~80	0.03	0.36	0.03	0.27	0.10	0.68	0.38	0.03	1.88
80~100	0.03	0.40	0.03	0.31	0.12	0.90	0.38	0.02	2.19
100~120	0.03	0.61	0.04	0.36	0.18	1.04	0.36		2.61

表 3 试验田土壤体积质量和田间持水量

土层/cm	播前 体积质量 (g/cm ³)	收获后 体积质量 (g/cm ³)	田间持水量/%	
			质量	体积
0~20	1.475	1.527	19.65	29.06
20~40	1.665	1.558	16.45	27.31
40~60	1.475	1.666	12.15	17.80

1.2 供试材料

指示玉米品种为郑单 958。毛管采用国产和以色列产两种类型的产品,其中,国产采用管径为 Φ12 的滴灌带,壁厚 0.4 mm,滴头流量 1.2 L/h,滴头间距 0.4 m;以色列产品采用管径为 Φ12 的滴灌带,壁厚 0.38 mm,滴头流量 1.6 L/h,滴头间距 0.4 m。

1.3 试验方法

试验为二因素设计,毛管埋深、毛管铺设间距各设 3 个水平。毛管埋深分别为 30、35、40 cm,毛管铺设间距分别为 60、70、80 cm。试验方案见表 4。试验于 2013 年统一冬灌,2014 年 5 月

表 4 试验设计方案

处理	毛管埋深/cm	毛管间距/cm	毛管数/条	产品类型
1	30	60	8	国产
2	30	70	8	国产
3	30	80	8	国产
4	35	60	8	国产
5	35	70	8	国产
6	35	80	8	国产
7	40	60	8	国产
8	40	70	8	国产
9	40	80	8	国产
10	30	60	3	以色列
11	30	70	3	以色列
12	30	80	3	以色列
13	35	60	3	以色列
14	35	70	3	以色列
15	35	80	3	以色列
16	40	60	3	以色列
17	40	70	3	以色列
18	40	80	3	以色列

10 日播种，播前施尿素 300 kg/hm²、磷酸二铵 225 kg/hm²。各处理统一灌水，灌水时间、灌水定额一致。

1.4 测试项目

1.4.1 玉米耗水量 玉米耗水量=播种时土壤含水量 + 生育期灌水量 + 有效降水量 - 收获期土壤含水量。

1.4.2 土壤含水率 田间 0~100 cm 土壤每 20 cm 为 1 层，利用土钻取土。用烘干法测得土壤含水率。

土壤含水率 = (湿土重 - 烘干土重) / 烘干土重 × 100%

1.4.3 产量及产量构成要素 脱粒后随机取百粒称重，重复 3~5 次，取平均值得出玉米百粒重；各小区内选植株 1~3 株，取地上部分，风干后称重即干物质量。

2 结果与分析

2.1 玉米全生育期耗水规律

从图 1、图 2 可以看出，各处理的阶段耗水量在全生育期内变化趋势大致相同，在苗期，毛管理深 30 cm 处理的耗水量显著高于其他处理，有利于玉米苗期和前期的生长。拔节期到大喇叭口期，不同间距处理耗水量差别较小；大喇叭口期

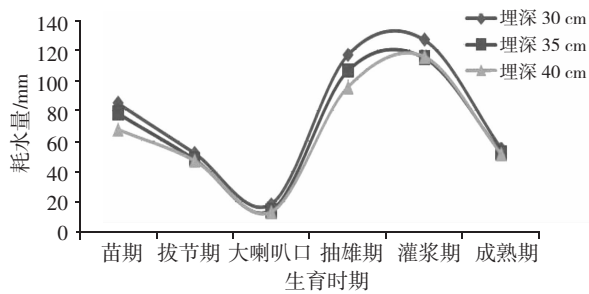


图 1 不同埋深玉米生育期耗水量

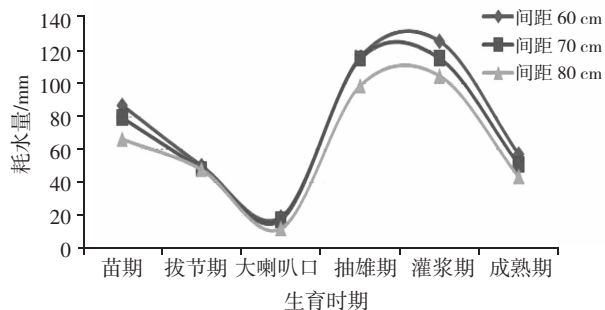


图 2 不同间距处理玉米生育期耗水量

至成熟期，间距 80 cm 处理的耗水量较低。玉米灌浆期，由于灌水补充和降水的增多，各处理耗水量均达到最大，其中以间距 60 cm 处理耗水量最高，为 125.49 mm。

2.2 百粒重

从表 5 可知，滴头流量为 1.6 L/h 时玉米百粒重平均值为 0.38 kg，较滴头流量为 1.2 L/h 时高 5.6%。其中滴头流量为 1.2 L/h 的玉米百粒重以处理 7 最高，为 40 g，较平均值高 4 g；处理 5 最低，为 32 g，较平均值低 4 g。滴头流量为 1.6 L/h 的玉米百粒重以处理 16 最高，为 42 g，较平均值高 4 g，处理 15、处理 17 最低，为 35 g，较平均值低 3 g。

表 5 不同处理玉米的百粒重

处理	百粒重 /g	处理	百粒重 /g
1	33	10	37
2	37	11	39
3	37	12	41
4	34	13	38
5	32	14	36
6	37	15	35
7	40	16	42
8	37	17	35
9	37	18	36
平均	36	平均	38

2.3 产量

从图 3 可以看出，滴头流量为 1.2 L/h 时处理 1 产量最高，为 11 670 kg/hm²，较埋深均为 30 cm 的处理 2、处理 3 分别高出 32.4%、31.2%；较间距均为 60 cm 的处理 4、处理 7 分别高出 27.0%、36.8%。处理 4 产量位居第 2，为 8 520 kg/hm²，较埋深均为 35 cm 的处理 5、处理、分别高出 24.1%、11.1%；较间距为 60 cm 的处理 7 高出 13.4%。处理 7 折合产量为 7 380 kg/hm²，分别较埋深均为 40 cm 的处理 8、处理 9 分别高出 25.4%、10.2%。毛管理深为 30 cm、间距为 60 cm 时玉米产量最高，其次为毛管理深为 30 cm、间距为 60 cm 处理。也就是说，在毛管理设间距一定

的情况下,埋深越浅,地下灌水器周围土壤水分借助毛管力上升的效果越好,更有利于玉米发芽、出苗,获得的产量较高。当毛管埋深一定,毛管间距为 80 cm 时玉米产量高于间距为 70 cm 处理,但低于 60 cm 的处理。

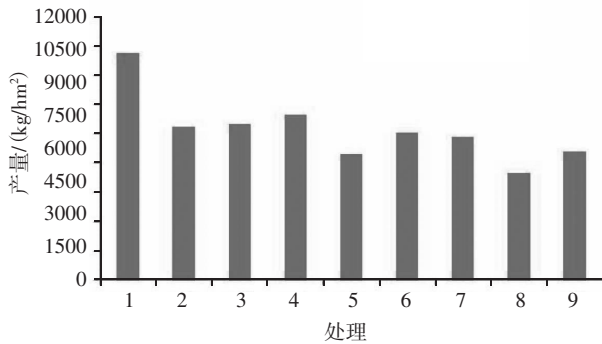


图 3 滴头流量为 1.2 L/h 时不同处理玉米的产量

从图 4 可以看出,滴头流量为 1.6 L/h 时处理 10 产量最高,为 15 375 kg/hm²,较埋深均为 30 cm 的处理 11、和处理 12 分别高出 57.9%、35.8%;较间距均为 60 cm 的处理 13、处理 16 分别高出 8.8%、5.6%。处理 16 产量居第 2 位,为 14 565 kg/hm²,较埋深均为 40 cm 的处理 17、处理 18 分别高出 49.2%、71.9%;较间距为 60 cm 的处理 13 高出 3.1%。可以看出,同一毛管铺设方式下,在灌水定额和灌水时间一致的情况下,滴头流量为 1.6 L/h 时玉米产量显著高于滴头流量为 1.2 L/h 的处理,说明滴头流量越大增产效果越明显。

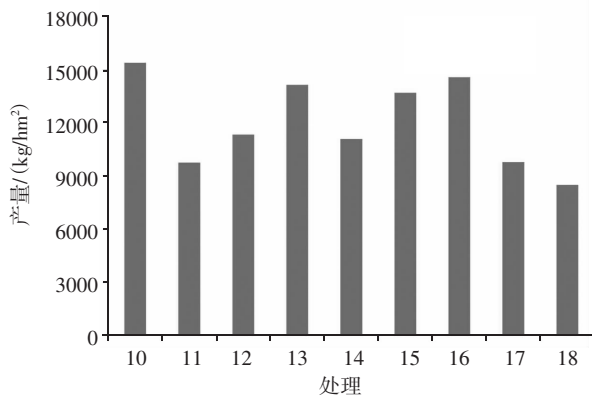


图 4 滴头流量为 1.6 L/h 时不同处理的玉米产量

3 小结与讨论

在灌水定额、灌水次数一定的情况下,地理式滴灌毛管埋深 30 cm 时耗水显著高于其他处理,有利于玉米苗期和前期的生长。拔节期到大喇叭

口期,毛管间距 80 cm 时耗水量较低;灌浆期间距 60 cm 的处理的耗水最大,为 125.49 mm,说明在玉米灌浆期灌水补充和降水增多,各处理耗水量达到最大值。当滴头流量为 1.2 L/h 时,毛管埋设为埋深 30 cm、间距为 60 cm 的处理产量最高,为 11 670 kg/hm²,比相同埋深间距分别为 70、80 cm 的处理分别增产 32.4%、31.2%,比相同间距埋深分别为 35、40 cm 的处理分别增产 27.0%、36.8%。当滴头流量为 1.6 L/h 时,毛管埋深为 30 cm、间距为 60 cm 的处理产量最高,为 15 375 kg/hm²,比相同埋深间距分别为 70、80 cm 的处理分别增产 57.9%、35.8%;比相同间距埋深分别为 35、40 cm 的处理分别增产 8.8%、5.6%。滴头流量为 1.6 L/h 时产量显著高于滴头流量为 1.2 L/h 的处理。毛管埋深为 30 cm、间距为 60 cm 为玉米地理式滴灌的最优组合模式。

参考文献:

- [1] 黄兴法,李光永. 地下滴灌技术的研究现状与发展. 农业工程学报[J]. 2002, 18(2): 176-181.
- [2] 程先军,许迪,张昊. 地下滴灌技术发展及应用现状综述节水灌溉[J]. 1999, 4(8): 13-15.
- [3] 康绍忠,李永杰. 21 世纪我国节水农业发展趋势及其对策[J]. 农业工程学报, 1997, 13(4): 1-7.
- [4] 张爱莉. 最经济的灌水法-地下滴灌[J]. 灌溉排水, 1995, 14(1): 50-52.
- [5] SAEIJS H L F, BEALE M J. Global water crisis: the major issue of the 21st century, a growing and explosive problem[J]. European Water Pollution Control, 1995, 5(4): 26-40.
- [6] PHENE C J, BEALE O W. High-frequency irrigation for water nutrient management in humid region [J]. Soil. Sci. Soc. Am. J., 1976, 40(3): 430-436.
- [7] 范永申,仵峰,张银炎,等. 地下滴灌条件下棉花土壤水分运移田间试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(4): 1-4.
- [8] 田建斌,齐广平. 玉米地理式滴灌土壤水分迁移规律研究[J]. 甘肃农业科技, 2017(11): 7-11.
- [9] 杨君林,崔云玲,张立勤,等. 优斯美液体氮肥在制种玉米上的膜下滴灌量研究[J]. 甘肃农业科技, 2015(8): 23-25.

(本文责编:陈伟)