

# 滴水量和滴水频率对膜下滴灌制种玉米产量及种子活力的影响

连彩云<sup>1</sup>, 马忠明<sup>2</sup>

(1. 甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 2018—2019年在田间试验研究了滴水量和滴水频率对膜下滴灌制种玉米产量及活力的影响。结果表明,滴水量和滴水频率对制种玉米产量及其种子活力有不同程度的影响。滴水频率对制种玉米产量影响显著,滴水量为3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>、10 d 1次滴水频率的玉米产量最高,2018—2019年2 a平均为10.55 t/hm<sup>2</sup>。在同一滴水量下,产量随滴水频率的增加呈先增加后减少的趋势;在同一滴水频率下,产量随滴水量的增加呈先增加后减少的趋势(2018年15 d/次滴水频率外),10 d 1次产量明显高于15 d 1次与5 d 1次滴灌,差异达显著水平( $P < 0.05$ )。在滴水量为2 700、3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>下,不同滴水频率的种子发芽率、发芽指数、发芽势、活力指数均有所提高。说明适宜的滴水量及滴水频率对种子活力有积极的作用。滴水量和滴灌频率对种子的电导率的影响与其对发芽率、发芽指数、活力指数的影响基本表现一致。因此,在当地条件下,用中滴灌量(3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)和中频(10 d 1次)的滴灌模式较为合理。

**关键词:** 膜下滴灌; 滴水量; 滴水频率; 制种玉米; 产量; 种子活力

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)11-0028-07

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.007](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.007)

## Effects of Irrigation Amount and Frequency on Yield and Seed Vigor of Seed Corn Under Mulched Drip Irrigation

LIAN Caiyun<sup>1</sup>, MA Zhongming<sup>2</sup>

(1. Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** A field experiment was carried out from 2018 to 2019 to investigate the effects of irrigation amount and irrigation frequency on the yield and seed vigor of seed corn under mulched drip irrigation. The results showed that the irrigation amount and irrigation frequency of water drop had different effects on corn yield and seed vigor. The drip frequency had a significant effect on the yield of seed corn, and the highest yield was 3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> and drip frequency once every 10 days, with an average of 10.55 t/hm<sup>2</sup> in two years from 2018 to 2019. Under the same drop of water, the yield increased first and then decreased with the increase of dripping frequency. At the same drip frequency, the yield increased first and then decreased with the increase of drip water (in addition to the frequency of 1 drip every 15 days in 2018), and the yield of medium-frequency drip irrigation was significantly higher than that of low-frequency drip irrigation and high-frequency drip irrigation, with a significant difference ( $P < 0.05$ ). The germination rate, germination index, germination potential and vigor index of seeds under medium frequency drip irrigation (drip irrigation once every 10 days) and high frequency

收稿日期: 2021-06-24

基金项目: 国家重点研发计划项目(2016YFC0400207); 甘肃省区域创新中心项目(2019GAAS48-1)。

作者简介: 连彩云(1977—), 女, 甘肃民勤人, 副研究员, 主要从事作物节水高产栽培理论与技术的研究工作。Email: liancy1998@sina.com。

通信作者: 马忠明(1964—), 男, 甘肃民勤人, 研究员, 主要从事农业节水高产栽培理论与技术的研究工作。Email: mazhming@163.com。

drip irrigation (drip irrigation once every 5 days and drip irrigation once every 15 days) were increased. The results indicated that the irrigation amount and irrigation frequency had positive effects on seed vigor. The effect of irrigation amount and irrigation frequency on the electrical conductivity of seeds was basically the same as that on the germination rate, germination index and vigor index. Therefore, it was suggested that the optimal irrigation amount was 3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> and irrigation frequency was once every 10 days for the local condition.

**Key words:** Mulched drip irrigation; Irrigation amount; Irrigation frequency; Seed corn; Yield; Seed vigor

种子活力是衡量种子质量的重要指标之一, 主要受遗传因素、环境条件和贮藏条件三个方面的影响<sup>[1]</sup>, 遗传因素是影响种子活力的主要因素, 而种子在生产过程中受田间复杂的环境条件的制约, 环境条件优越, 种子活力高, 高活力种子发芽整齐、产量高。近年来国内外许多种子工作者对种子活力问题开展了一些研究<sup>[2-8]</sup>, 这些研究以充分灌溉条件下获得的种子为对象, 不能真实地反映目前日益紧缺的水资源条件下的实际状况, 因此, 需要对节水技术下获得的种子进行进一步的研究。膜下滴灌技术具有高效节水、增产增效的优势, 可节水 40%~50%, 增产 20%左右, 是水资源匮乏地区农业可持续发展的节水灌溉技术之一<sup>[9-10]</sup>。膜下滴灌的主要目标是节水高产, 滴水量和滴水频率的控制是膜下滴灌的关键因素。滴水量过多或过少均不利于高产, 滴水频率是膜下滴灌技术的重要参数, 高频滴灌有利于形成易于植物根系吸收的土壤水分条件<sup>[11-13]</sup>。我们以制种玉米为研究对象, 对膜下滴灌条件下滴水量和滴水频率对制种玉米产量和种子活力的影响进行研究, 以期探索膜下滴灌条件下提高种子活力的适宜滴水量和滴水频率, 为高活力制种玉米生产制定生态环境友好型灌溉制度提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验区概况

试验于 2018—2019 年在甘肃省农业科学院张掖节水试验站(100° 26' E, 38° 56' N)进行。试验区海拔 1 570 m, 地下水位 100 m 以下, 多年平均降水量 129 mm, 蒸

发量 2 048 mm, 年平均日照时数 3 085 h, 干旱指数达 10.3, 年均气温 7 ℃, ≥0 ℃活动积温 3 388 ℃, ≥10 ℃有效积温 1 963.4~4 032.3 ℃, 光热资源丰富。试验区土壤质地为中壤灌溉土, 0~160 cm 土层平均容重为 1.43 g/cm<sup>3</sup>。试验周期内 2018 年降水量为 108.4 mm, 2019 年降水量为 84.3 mm。

### 1.2 供试材料

指示玉米品种为先玉 335。

### 1.3 试验方法

试验采用裂区设计, 主区为 3 个滴水定额处理, 即低滴水量(S)2 700 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>、中滴水量(M)3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>和高滴水量(G)4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。副区为 3 个滴水频率处理, 高频(H)5 d 1 次, 中频(M)10 d 1 次和低频(L)15 d 1 次。共 9 个处理, 3 次重复, 小区面积 150 m<sup>2</sup> (6 m×25 m)。每个小区均有水表控制水量, 并配备施肥罐, 追肥随水滴施。每 2 行母本之间铺设 1 条滴灌带, 滴灌带设于膜下正中, 各处理施肥方式和时间以及氮、磷肥施用量相同, 均为施氮(N)225 kg/hm<sup>2</sup>、磷(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)120 kg/hm<sup>2</sup>。采用等行覆膜种植, 带幅 100 cm, 膜上种植 2 行母本 1 行父本, 母本行距 50 cm、株距 20 cm; 父本采用满天星种植方式, 种在 2 行母本中间, 株距 50 cm。其他田间管理措施与当地大田相同。收获时每小区连续取样 10 株常规考种, 分小区收获计产。

### 1.4 取样及测定方法

1.4.1 土壤水分测定 用打土钻法测定, 分别在膜外(宽行)、膜上(窄行)和滴头下位置, 每隔 15 d 采集土样, 3 次重复, 测定土

层为 0 ~ 10、10 ~ 20、20 ~ 40、40 ~ 60、60 ~ 80、80 ~ 100 cm。

1.4.2 种子活力参数测定 分别于 2018、2019 年玉米收获后及时选取每个处理无破损风干种子 200 粒，用 10 g/kg 次氯酸钠溶液消毒，去离子水冲洗至无味，在培养皿中放入经 121 °C 下灭菌后的发芽纸。每个培养皿中放入 50 粒经处理过的种子，然后放入 25 °C 恒温培养箱中，逐日统计正常发芽的种子数。7 d 后将幼苗取出，称量单株幼苗鲜重，计算发芽指数及活力指数。3 d 后统计发芽势，7 d 后统计发芽率。

选取 50 粒无破损风干种子，用去离子水冲洗种子 3 次，分别装入 500 mL 烧杯中，加入 250 mL 去离子水，用 DDS-12A 电导仪测定初始电导率及静置 24 h 后浸出液电导率，计算种子电导率。数据均取 2 a 平均值。

发芽率=(7 d 内发芽种子数/供试种子总数) × 100%

发芽势=(第 3 天发芽种子数/供试种子总数) × 100%

发芽指数=7 d 内每天的发芽种子数/发芽日数

活力指数=发芽指数(GI) × 7 d 内幼苗鲜重

种子电导率=(蒸馏水浸泡种子 24 h 后浸出液电导率 - 种子刚加入蒸馏水后的初始电导率) / 样品重量。

水分利用效率 = 作物产量 / 作物耗水量

## 1.5 数据统计与分析

采用 Excel 2007 和 SPSS 16.0 软件对数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同滴水量和滴水频率对制种玉米产量及产量构成因素的影响

试验结果(表 1)表明，中滴水量中频(MM)处理玉米产量最高，2018—2019 年 2 a 平均为 10.55 t/hm<sup>2</sup> (2018 年 10.77 t/hm<sup>2</sup>、2019 年 10.33 t/hm<sup>2</sup>)，低滴水量低频(GH)处理产量最低，2 a 平均为 8.33 t/hm<sup>2</sup>。在同一滴水量下，产量随滴水频率的增加呈先增加后减少趋势。与高频和低频处理相比，中频处理 2018 年在低滴水量下，分别增加 10.62%、7.02%；在中滴水量下，均增加 11.84%；在高滴水量下，分别增加 17.01%、8.11%。2019 年在低滴水量下，分别增加 13.42%、21.23%；在中滴水量下，分别增加 28.80%、0.98%；在高滴水量下，分别增加 13.00%、4.28%。在同一滴水频率下，产量随滴水量的增加呈先增加后减少的趋势(除 2018 年低频处理外)，中频处理产量明显高于低频与高频处理，差异达显著水平( $P < 0.05$ )。表明高滴水量下制种玉米的产量不增反而有所下降。2018 年玉米的穗粒数在相同滴水频率下大部分随滴水量的增加呈先减少后增加的趋势，在相同水量下随滴水频

表 1 不同滴水量及滴水频率的制种玉米产量经济性状

处理	2018年			2019年			2 a 平均		
	穗粒数 /粒	千粒重 /g	产量 /(t/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 /粒	千粒重 /g	产量 /(t/hm <sup>2</sup> )	穗粒数 /粒	千粒重 /g	产量 /(t/hm <sup>2</sup> )
SH	421.24	296.09	9.51	252.14	341.75	7.30	336.69	318.92	8.41
SM	447.97	307.47	10.52	227.73	384.54	8.28	337.85	346.01	9.40
SL	432.85	297.01	9.83	271.34	357.99	6.83	352.10	327.50	8.33
MH	422.66	297.78	9.63	294.16	319.38	8.02	358.41	308.58	8.83
MM	434.13	324.57	10.77	390.39	309.51	10.33	412.26	317.04	10.55
ML	400.70	314.41	9.63	349.23	344.26	10.23	374.97	329.34	9.93
GH	409.74	290.93	9.11	275.60	333.70	7.77	342.67	312.32	8.44
GM	435.72	320.30	10.66	335.82	305.73	8.78	385.77	313.02	9.72
GL	430.22	299.66	9.86	260.96	384.92	8.42	345.59	342.29	9.14

率的降低呈先增加后减少的趋势；千粒重随滴水量的增加和滴水频率的降低均呈先增加后减少的趋势。2019 年玉米的穗粒数随滴水量的增加呈先增加后减少的趋势，随滴水频率的降低呈先增加后减少的趋势(除低灌水量外)；千粒重随滴水量的增加大部分呈先减少后增加的趋势，随滴水频率的降低呈先减少后增加的趋势(除低灌水量外)。

多因素方差分析(表2)表明，2018 年由于受玉米生育期降水的影响，滴水量对产量没有影响；滴水频率对千粒重和产量影响显著。2019 年滴水量与滴水频率互作效应显著。

2.2 不同滴水量和滴水频率下的制种玉米产量及水分利用效率

水分利用效率(WUE)反映了单位土壤耗水所生产的经济产量。从表 3 可以看出，在同一滴水量下，WUE随滴水频率的增加呈先增加而后降低趋势；在同一滴水频率下，2018 年 WUE均随滴水量的增加而降低，2019 年中频灌溉处理 WUE随滴水量的增加而降低；低、高频处理却随滴水量的增加呈先增加后降低的趋势，其中 SM 处理水分利用效率最大，明显高于高滴水量处理。

总之，低滴水量处理可以获得较高的 WUE，但产量略有降低，不能达到高产的目的；而高滴水量处理的 WUE 显著降低。在整个玉米生育期内，各处理的耗水量随滴灌量的增加显著增大。可见滴水量越大，耗水量越大，不同滴水频率处理的耗水量基本相同。

2.3 不同处理对制种玉米种子萌发的影响

从表 4 可知，低滴水量和中滴水量下，发芽率、发芽指数、发芽势和活力指数均以中频处理最高。在低滴水量下，较高频处理和低频处理发芽率分别提高 0.65%、6.41%，发芽指数分别提高 0.65%、6.39%，发芽势分别增加 0.66%、6.41%，活力指数分别增加

表 4 不同处理的制种玉米发芽率、发芽指数、

处理	活力指数			
	发芽率 /%	发芽指数 /%	发芽势 /%	活力 指数
SH	98.00	62.82	68.60	2.15
SM	98.64	63.23	69.05	2.34
SL	92.70	59.43	64.89	2.13
MH	94.00	60.26	65.80	1.62
MM	97.32	62.38	68.12	2.01
ML	92.07	59.02	64.45	1.83
GH	98.67	63.25	69.07	1.69
GM	96.04	61.56	67.23	1.91
GL	88.68	56.85	62.08	2.09

表 2 显著性检验(P)

因素	2018年			2019年		
	穗粒数	千粒重	产量	穗粒数	千粒重	产量
滴水量	0.512 0	0.493 2	0.879 6	0.059 5	0.042 3	0.086 4
滴水频率	0.333 8	0.026 8	0.016 2	0.648 0	0.056 2	0.024 7
滴水量×滴水频率	0.810 1	0.797 3	0.920 6	0.023 9	0.037 9	0.011 3

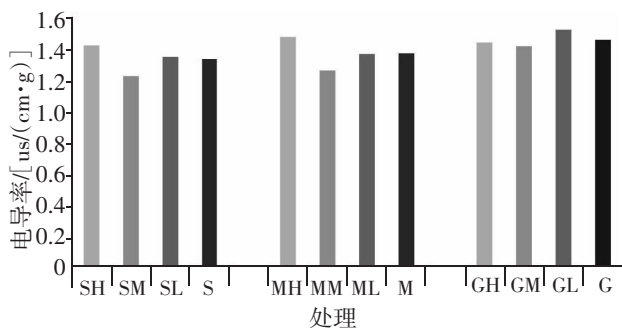
表 3 不同处理的制种玉米产量及水分利用效率

处理	滴水量 /(m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	2018年		2019年	
		产量 /(t/hm <sup>2</sup> )	WUE /[kg/(hm <sup>2</sup> ·mm)]	产量 /(t/hm <sup>2</sup> )	WUE /[kg/(hm <sup>2</sup> ·mm)]
SH	2 700	9.51 ab	21.28	7.30 c	14.03
SM	2 700	10.52 a	24.28	8.28 c	23.52
SL	2 700	9.83 ab	20.38	6.83 c	17.16
MH	3 600	9.63 ab	17.19	8.02 c	17.69
MM	3 600	10.77 a	19.84	10.33 a	20.49
ML	3 600	9.63 ab	18.24	10.23 ab	20.18
GH	4 500	9.11 b	14.44	7.77 c	13.14
GM	4 500	10.66 a	17.50	8.78 abc	15.76
GL	4 500	9.86 ab	16.14	8.42 bc	13.55

8.84%、9.86%。在中滴水量下,较高频处理和低频处理发芽率分别提高 3.53%、5.70%,发芽指数分别提高 3.52%、5.69%,发芽势分别增加 3.53%、5.69%,活力指数分别增加 24.07%、9.84%。当滴水量增加时,制种玉米种子的萌发受到影响,说明适宜的滴水量及滴水频率对种子活力有积极的作用。

#### 2.4 不同处理对制种玉米种子浸出液电导率的影响

电导率反映了种子活力的大小,种子外渗液电导率反映了种子细胞膜修复能力,在一定程度上可以说明细胞膜的完整性,电导率增大则细胞膜完整性差,种子活力下降。由图 1 可知,在同一滴水量下,电导率均以中频处理最低。中频处理比高频和低频处理在低滴水量下,分别降低 15.86%、10.05%;在中滴水量下,分别降低 16.99%、8.15%;在高滴水量下,分别降低 1.56%、7.50%。表明适宜的滴水频率可以增强细胞膜的完整性,使电导率降低,种子活力提高,而高滴水量可使种子活力下降。这与其对发芽率、发芽指数、活力指数的影响基本表现一致。



①图中 S、M、G 指相应条件下的平均值。

图 1 不同处理对制种玉米种子浸出液电导率的影响

### 3 结论与讨论

滴水量和滴灌频率是影响作物产量的主要因素之一,适宜的水分供应是提高种子产量的前提。有研究表明,当灌溉量较低时,由于植株纤维素发达、组织硬化,导致作物产量下降;随着灌溉量增加,作物产量提高;灌溉量较大时,水分利用效率下降<sup>[14-16]</sup>。

也有研究表明,滴灌频率的增加有利于作物产量增加和水分利用效率提高<sup>[17-19]</sup>。隋娟等<sup>[20]</sup>研究发现,中频灌溉适合玉米生长,其产量和水分利用效率均提高。本研究结果也表现出相同的趋势。2018—2019 年 2 a 的试验结果表明,滴水频率对制种玉米产量的影响达显著水平( $P < 0.05$ ),在同一滴水量下产量随滴水频率的增加先增加而后减小,10 d 1 次滴水频率分别比 5 d 1 次和 15 d 1 次滴水频率增加了 10.62%~28.80% 和 7.02%~21.23%。在同一滴水频率下,产量随滴水量的增加呈先增加后降低的趋势(除低频滴灌外),10 d 1 次滴水频率产量明显高于 5 d 1 次和 15 d 1 次滴水频率滴灌,差异达显著水平。表明过量灌溉使制种玉米的产量不增反而有所下降。而年间由于每年的温度、光照时数、降水等气象条件不同,从而造成年间产量及其穗粒数、千粒重之间存在一定的差异。水分利用效率反映了单位土壤耗水所生产的经济产量。在同一滴水量下,WUE 随滴水频率的增加呈先增加而后降低趋势;在同一滴水频率下,2018 年 WUE 均随滴水量的增加而下降,2019 年 10 d 1 次滴水频率 WUE 随滴水量的增加而下降;5 d 1 次和 15 d 1 次滴水频率却随滴水量的增加呈先增加后下降的趋势。总之,低滴水量处理可以获得较高的水分利用效率,但产量略有降低,不能达到高产的目的,而高滴水量处理水分利用效率显著降低。因此,要想获得高产就需要把滴水量和滴水频率控制在适宜范围内。

优化的水分供应是提高作物产量的前提,并使种子保持较高的活力水平。刘啸笑等<sup>[21]</sup>研究了不同的土壤含水率对玉米种子活力的影响,表明当含水率为 25% 时种子活力达最大值,高土壤含水量不利于玉米种子的正常萌发和生长。本试验表明,不同处理对制种玉米发芽率、发芽指数、活力指数

有不同程度的影响。在滴水量 2 700、3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 条件下, 10 d 1 次滴水频率比 5 d 1 次、15 d 1 次滴水频率发芽率、发芽指数、发芽势、活力指数均有所增加。说明适宜的滴水量及滴水频率对种子活力有积极的作用。滴水量和滴水频率对种子的电导率的影响与其对发芽率、发芽指数、活力指数的影响基本表现一致。表明适宜的滴水频率可以增强细胞膜的完整性, 使电导率降低, 种子活力提高, 而高滴水量使种子活力下降。因此, 在当地条件下, 用中滴水量(3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>)和中滴水频率(10 d 1 次)的滴灌模式较为合理。

#### 参考文献:

- [1] 舒英杰, 陶源, 王爽, 等. 高等植物种子活力的生物学研究进展[J]. 西北植物学报, 2013, 33(8): 1709-1716.
- [2] HE H, DE SOUZA VIDIGAL D, SNOEK L B, et al. Interaction between parental environment and genotype affects plant and seed performance in *Arabidopsis* [J]. J. Exp. Bot., 2014, 65 (22): 6603-6615.
- [3] HE H, WILLEMS L A J, BATUSHANSKY A, et al. Effects of parental temperature and nitrate on seed performance are reflected by partly overlapping genetic and metabolic pathways [J]. Plant Cell Physiol., 2016, 57(3): 473-487.
- [4] 郝楠, 王建华, 李月明, 等. 不同生态区域玉米种子收获期与种子活力关系研究[J]. 玉米科学, 2016(6): 61-66; 74.
- [5] 樊廷录, 王淑英, 王建华, 等. 河西制种基地玉米杂交种种子成熟期与种子活力的关系[J]. 中国农业科学, 2014, 47(15): 2960-2970.
- [6] 陈蕾太, 孙爱清, 杨敏, 等. 逆境条件下小麦种子活力与种子萌发相关酶活性及其基因表达的关系[J]. 应用生态学报, 2017, 28 (2): 609-619.
- [7] 监立强, 贾晓艳, 赵永锋, 等. 粒重对玉米自交系种子品质性状和活力的影响[J]. 种子, 2017, 36(8): 16-19.
- [8] 连彩云, 马忠明. 玉米种子活力研究综述[J]. 甘肃农业科技, 2019(5): 64-68.
- [9] 胡晓棠, 李明思. 膜下滴灌对棉花根际土壤环境的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2003, 11(3): 121-123.
- [10] 张廷龙, 陈建平, 董吉德. 甘肃灌区大田移动式水肥一体化滴灌技术[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(4): 89-92.
- [11] 蔡焕杰, 邵光成, 张振华. 荒漠气候区膜下滴灌棉花需水量和灌溉制度的试验研究[J]. 水利学报, 2002, 33(11): 119-123.
- [12] WANG F X, KANG Y H, LIU S P. Effects of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China Plain [J]. Agricultural Water Management, 2006, 79: 248-264.
- [13] SEGAL E, BEN-GAL A, SHANI U. Water availability and yield response to high-frequency micro-irrigation in sun-flowers [C]//Proceedings of the Sixth International Micro-irrigation Congress on 'Micro-irrigation Technology for Developing Agriculture', South Africa, 2000: 22-27.
- [14] 王新元, 李登顺, 张喜英. 日光温室冬春茬黄瓜产量与灌水量的关系[J]. 中国蔬菜, 1999(1): 18-21.
- [15] MEHMET IM E K, TAHSIN TONKAZ, MURAT KARA, et al. The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and yield characteristics under open field conditions [J]. Agricultural Water Management, 2005, 73(3): 173-191.
- [16] 毕宏文. 水分对蔬菜产品质量影响[J]. 北方园艺, 1997, 117(6): 68-69.
- [17] AHMET ERTEC, RIZA KANBER. Effects of different drip irrigation programs on the boll number and shedding percentage and yield of cotton [J]. Agricultural Water Management, 2003, 60: 1-11.
- [18] METIN SEZEN S, ATILYA YAZAR, MUZAFER CANBOLAT. Effect of drip irrigation

# 不同水氮条件下垄膜沟灌玉米的产量及水分利用效应

张立勤, 杨思存, 崔云玲, 王成宝

(甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为明确灌水和施氮对甘肃河西走廊地区垄膜沟灌玉米产量的影响, 通过裂区试验, 研究了不同施氮量和灌溉定额下垄膜沟灌玉米的产量及水分利用效果, 结果表明, 施氮、灌水以及二者之间的交互作用对玉米产量均有重要影响。灌溉定额从 3 600 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 增加到 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 和在 0~300 kg/hm<sup>2</sup> 范围内增施氮肥, 玉米穗粒数、千粒重增加、增产显著。增加灌水和减少施氮, 玉米水分利用效率降低。其中施 N 300 kg/hm<sup>2</sup>、灌水定额为 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 处理的玉米产量及水分利用效率相对较高, 与最高产量处理施 N 300 kg/hm<sup>2</sup>、灌水定额为 5 400 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 相比, 仅减产 0.17%, 减产差异不显著, 且水分利用效率较施 N 300 kg/hm<sup>2</sup>、灌水定额为 5 400 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 处理提高了 11.45%, 节水 900 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。在河西走廊垄膜沟灌栽培条件下, 可选择施 N 300 kg/hm<sup>2</sup> 和灌水 4 500 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> 为玉米的适宜氮肥用量和灌溉定额。玉米获得 15 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上高产的适宜施氮量为 180~390 kg/hm<sup>2</sup>, 灌溉定额 3 720~5 100 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>。

**关键词:** 玉米; 垄膜沟灌; 施氮量; 灌溉定额; 水氮耦合; 水分利用效率

**中图分类号:** S513; S275; S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)11-0034-07

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.11.008

## Yield and Water Utilization Effects of Corn Cultivated by Raised Bed Plastic Film Mulching and Furrow Irrigation under Different Water and Nitrogen Conditions

ZHANG Liqin, YANG Sicun, CUI Yunling, WANG Chengbao

(Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Science, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In order to determine the effects of irrigation and nitrogen application on the yield of corn

收稿日期: 2021-09-11

基金项目: 世界银行贷款可持续发展农业项目(GS00Z13002)。

作者简介: 张立勤(1970—), 男, 甘肃张掖人, 研究员, 主要从事作物栽培和水肥资源高效利用研究工作。Email: lqzhang1993@163.com。

- management on yield and quality of field grown green beans[J]. *Agricultural Water Management*, 2005, 71: 243-255.
- [19] SALAH E EL-HENDAWY, ESSAM A ABD EL-LATTIEF, MOHAMED S AHMED. Irrigation rate and plant density effects on yield and water use efficiency of drip-irrigated corn[J]. *Agricultural Water Management*, 2008, 95: 836-844.
- [20] 隋娟, 龚时宏, 王建东, 等. 滴灌灌水频率对土壤水热分布和夏玉米产量的影响[J]. *水土保持学报*, 2008, 22(4): 148-152.
- [21] 刘啸笑, 何章, 夏冬冬, 等. 温度与土壤水分对玉米种子活力和贮藏物质转运的影响[J]. *灌溉排水学报*, 2017, 36(6): 18-21.
- (本文责编: 杨杰)