

设施辣椒栽培耗水量及节水高效灌溉制度试验

孟永宏 张永忠

(平凉市水土保持科学研究所,甘肃平凉 744000)

摘要 于 2015 年采用畦灌与沟灌 2 种灌溉方式对设施农业条件下辣椒耗水量进行了研究。结果表明:辣椒生育期耗水量为 336.1~361.9 mm、棵间蒸发量为 146.6~168.2 mm、叶面蒸腾量为 189.4~193.6 mm,全生育期耗水强度为 1.93~2.08 mm/d;对株高、茎粗、产量调查发现,沟灌效果较畦灌好,其土壤水环境更有利于辣椒生长及果实发育。

关键词 设施辣椒;耗水量;耗水规律;灌溉制度;性状;产量

中图分类号 S641.3 **文献标识码** A

文章编号 1007-5739(2022)10-0036-03

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2022.10.011

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



近年来,平凉市为了推进产业扶贫,积极内扶外引,大力引主体、建基地,推进设施蔬菜标准园建设,推动蔬菜产业高质量发展。截至 2019 年底,仅平凉市崆峒区共引进、培育平凉超越农业有限责任公司、平凉绿康源现代农业科技有限责任公司、平凉市天源农牧业有限责任公司、平凉市高科农林绿化工程有限责任公司、平凉市丰源现代农业有限公司等 11 家蔬菜生产企业;扶持生产大户 30 户;组建蔬菜专业合作社 16 家,建成设施蔬菜标准化生产园区 11 个,面积达 733.33 hm²,逐步形成了以泾河川区为主的设施蔬菜产业带。在灌溉方式方面,具有多样性,有沟灌、畦灌、微喷灌、滴灌等。灌溉是蔬菜生产过程中一项重要的农艺措施,但在实际生产过程中,蔬菜生产者往往对灌溉重视程度不够,水分管理比较粗放,仅凭经验对蔬菜进行灌溉,特别是设施蔬菜生产过程中,不仅造成水分浪费,而且由于灌水量过大,造成设施内土壤湿度和空气湿度加大,蔬菜的生长发育受到影响,诱发病害的发生,加大了农药的使用量,从而导致蔬菜产品的质量级别下降。因此,加强设施蔬菜生产过程中水分管理,对于设施蔬菜生产具有重要意义^[1-2]。本文以温室辣椒为研究对象,研究在沟

灌与畦灌条件下辣椒耗水量、耗水规律,探求辣椒节水高效灌溉制度,以期为指导辣椒水分管理提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验概况

本试验在平凉市水土保持科学研究所灌溉试验站日光温室内进行,试验地点位于北纬 35°30'、东经 106°41',海拔高度 1 318.1 m,土壤类型为中壤,田间最大持水量 26%,土壤容重 1.31 g/cm³。供试辣椒品种为明星早椒和尖椒 22 号。

1.2 试验设计

试验共 2 个处理,即沟灌和畦灌。3 次重复,共 6 个小区,试验小区面积为 12 m²(6 m×2 m)。土壤水分控制下限见表 1。航椒在生长过程中,土壤水分供给采用管灌,出水量水表计量。

表 1 各生育时期适宜土壤湿度控制下限

单位:%

生育时期	土壤含水率	土壤湿度
育苗期	14.0	54
苗期	15.0	58
开花结果期	15.5	60
盛果期	16.0	61
尾果期	14.5	56

1.3 试验实施

在设施农业条件下,先整好苗床、施足底肥,腐熟的农家肥配合复合化肥施入,用辛硫磷、甲基托布

作者简介 孟永宏(1982—),男,甘肃平凉人,助理工程师,从事农田灌溉试验研究工作。

收稿日期 2021-09-15

津等农药兑水稀释消毒,浇足底墒水,疏松土层,整平做成宽 1 m 的长畦。育苗时,用竹棍将苗床压成行距为 7 cm 的印痕,在印痕上播种,株距 3 cm,然后覆上 1~2 cm 厚的过筛细土。用喷雾器均匀喷湿表层,铺上塑料膜,其上再铺一层报纸(其作用是保墒遮阴)。每天检查墒情,在适宜温度下,7 d 后就可以出苗。出苗后揭去覆盖物,让幼苗在自然环境下生长,勤浇水,长到 3~4 片真叶时移植。2015 年 5 月 10 日定植,南北向栽植,株距 34 cm,行距 50 cm。

1.4 测定内容与方法

1.4.1 土壤水分测定。土壤水分测定采用取土烘干法,取 0~20、20~40、40~60 cm 土层土样测定,最后利用加权平均法计算 0~60 cm 土体的土壤含水量。含水量每 10 d 测定 1 次,即每月 10 日、20 日、30 日测定,逢生育期加测。

1.4.2 棵间蒸发测定。棵间蒸发采用埋设在作物行间的微型蒸渗仪测定,选用 PVC 材质的圆筒,内径 104 mm、长 150 mm,外筒为白铁皮制成的有底圆筒,其内径稍大于内筒直径,长度相同,采用换土称重法测定,定植后每 5 d 测定 1 次。具体测定方法:将蒸发器外筒埋于作物行间,用内筒在作物行间取原状

土,用塑料薄膜封底,在天平上称重后放置于蒸发器外筒内,下个测定日上午 9:00 取出称重,然后在作物行间取新的原状土,称重后仍放置在蒸发器外筒内,第 3 个测定日上午 9:00 再取出称重,依此类推。

1.4.3 生育性状调查。对辣椒生长过程中一些重要特征出现的时间进行观测记录^[3-4],以反映其生长发育进程,一般记录辣椒生长发育特征的时期为育苗期(育苗至定植)、苗期(定植至开花前)、结果盛期(结果盛期至结果尾期)、结果尾期(结果尾期至枯萎)。

采取定点法调查株高、茎粗,每个处理确定 10 株,每个生育时期调查 1 次。株高采用钢尺从航椒基部开始量取至叶片所能达到的最高高度^[5];茎粗用游标卡尺在地面以上 1 cm 处量取直径,采用十字交叉的量取方法,取平均值^[6]。

果实成熟后每次采收记录称重,其总和为该处理的产量。

2 结果与分析

2.1 辣椒耗水量与耗水规律

按月或者生育阶段分别统计 2 种灌溉方式下辣椒耗水量、棵间蒸发量、叶面蒸腾量、耗水强度,具体见表 2~3。

表 2 畦灌和沟灌条件下辣椒各月耗水量

月份	天数/ d	耗水量/mm		棵间蒸发量/mm		叶面蒸腾量/mm		耗水强度/(mm·d ⁻¹)	
		畦灌	沟灌	畦灌	沟灌	畦灌	沟灌	畦灌	沟灌
5	21	63.7	72.4	29.2	20.8	34.4	51.6	3.00	3.45
6	30	57.8	26.5	26.3	19.0	31.5	7.5	1.90	0.90
7	31	96.5	128.9	33.4	40.9	63.1	88.0	3.10	4.20
8	31	52.3	43.9	36.2	35.4	16.1	8.4	1.70	1.40
9	30	53.5	25.5	23.6	12.4	29.9	13.1	1.80	0.85
10	31	38.1	38.9	19.5	18.1	18.6	20.8	1.23	1.30
合计	174	361.9	336.1	168.2	146.6	193.6	189.4	2.08	1.93

表 3 2015 年畦灌和沟灌条件下辣椒各生育阶段耗水量

生育时期	时间	天数/ d	耗水量/mm		棵间蒸发量/mm		叶面蒸腾量/mm		耗水强度/(mm·d ⁻¹)	
			畦灌	沟灌	畦灌	沟灌	畦灌	沟灌	畦灌	沟灌
苗期至开花结果期	5 月 11 日至 7 月 31 日	82	218.0	227.8	88.9	80.7	129.0	147.1	2.66	2.8
开花结果期至盛果期	8 月 1 日至 9 月 30 日	61	105.8	69.4	59.8	47.8	46.0	21.5	1.70	1.1
盛果期至尾果期	10 月 1—31 日	31	38.1	38.9	19.5	18.1	18.6	20.8	1.20	1.3
全生育期	5 月 11 日至 10 月 31 日	174	361.9	336.1	168.2	146.6	193.6	189.4	2.10	1.9

畦灌条件下辣椒全生育期耗水量为 361.9 mm,其中棵间蒸发量为 168.2 mm,叶面蒸腾量为 193.6 mm,全生育期耗水强度为 2.08 mm/d,叶面蒸腾量占耗水量的 53.5%。各生育阶段耗水量:苗期至开花结果期

218.0 mm,开花结果期至结果盛期 105.8 mm,结果盛期至尾果期为 38.1 mm,分别占全生育期耗水量的 60.2%、29.2%和 10.5%。

沟灌条件下辣椒全生育期耗水量为 336.1 mm,

其中棵间蒸发量为 146.6 mm,叶面蒸腾量为 189.4 mm,叶面蒸腾量占耗水量的 56.3%,全生育期耗水强度为 1.93 mm/d。各生育阶段耗水量:苗期至开花结果为 227.8 mm,开花结果期至结果盛期为 69.4 mm,结果盛期至尾果期为 38.9 mm,分别占全生育期耗水量的 67.8%、20.6%和 11.6%。

畦灌与沟灌条件下辣椒生长期耗水量差异不大,

畦灌全生育期耗水量较沟灌多 25.8 mm,畦灌条件下叶面蒸腾量与棵间蒸发量之比为 53.5:46.5,沟灌条件下叶面蒸腾量与棵间蒸发量之比为 56.3:43.7。

2.2 辣椒生育性状

在辣椒生长期,对其株高、茎粗进行了 6 次调查,在结果盛期对产量也进行了调查,其结果见表 4。

从辣椒生态调查来看,2 种灌水条件下营养生

表 4 畦灌和沟灌条件下辣椒生长期生态指标及产量

灌溉方式	株高/cm					
	2015-06-19	2015-07-10	2015-08-04	2015-08-25	2015-09-15	2015-10-12
畦灌	23.0	38.0	46.1	49.8	59.3	57.4
沟灌	32.6	43.7	67.4	64.8	61.7	67.2

灌溉方式	茎粗/cm					产量/(kg·hm ²)
	2015-06-19	2015-07-10	2015-08-04	2015-08-25	2015-09-15	
畦灌	0.05	0.13	0.23	0.40	0.47	27 354.0
沟灌	0.08	0.16	0.31	0.47	0.49	29 050.5

长差异比较明显,6 次调查辣椒株高沟灌较畦灌均高,茎粗每次调查沟灌均较畦灌稍粗。盛果期产量沟灌较畦灌增加 1 696.5 kg/hm²。

2.3 辣椒灌溉制度确立

设施农业生产条件下,辣椒生长期水分供给基本上靠灌溉,辣椒生长期 2 种灌溉方式下的灌水量如表 5 所示。可以看出,2 种灌溉方式下灌水量差异

不大,全生育期灌溉定额畦灌为 294.9 mm、沟灌为 255.6 mm,灌溉次数均为 6 次。苗期至开花结果期畦灌灌溉定额为 155.8 mm,灌水定额为 44.2~56.8 mm,灌水 3 次;沟灌灌溉定额为 133.5 mm,灌水定额为 42.8~46.6 mm,灌水 3 次。开花结果期至盛果期 2 种灌溉方式灌溉定额分别为 97.2 mm 和 82.5 mm,灌水定额均为 38.5~49.6 mm,灌水 2 次。盛果期至尾果期

表 5 畦灌和沟灌条件下辣椒生长期灌溉制度

生育期	灌水次数	灌水时间	灌水量/mm	
			畦灌	沟灌
苗期至开花结果期	3	2015-05-21	44.2	46.6
		2015-06-24	54.8	42.8
		2015-07-17	56.8	44.1
		小计	155.8	133.5
开花结果期至盛果期	2	2015-08-04	47.6	38.5
		2015-09-01	49.6	44.0
		小计	97.2	82.5
盛果期至尾果期	1	2015-10-12	41.9	39.6
全生育期	6		294.9	255.6

灌溉定额为 39.6~41.9 mm,灌水 1 次。灌水时间是根据各生育时段土壤水分控制下限确定,灌水量是根据田间最大持水量与土壤含水率确定。

3 结论与讨论

试验结果表明,辣椒生育期耗水量为 336.1~361.9 mm、棵间蒸发量为 146.6~168.2 mm、叶面蒸腾量为 189.4~193.6 mm,全生育期耗水强度为 1.93~2.08 mm/d;对株高、茎粗、产量调查发现,沟灌效果

较畦灌好,其土壤水环境更有利于辣椒生长及果实发育。

本试验只针对设施蔬菜中采取的主要灌溉方式沟灌和畦灌进行了试验研究,得出了 2 种灌溉方式下辣椒生育期耗水量、耗水规律、棵间蒸发量、叶面蒸腾量,据此试验提出了设施辣椒栽培高效节水灌溉制度。今后还应开展设施蔬菜微喷灌、膜下滴灌等

(下转第 41 页)

清除粘板上的害虫或更换黄板,同时注意将使用后的黄板回收集中处理。

6.3 利用杀虫灯诱杀

杀虫灯是根据害虫具有趋光性的特点,利用害虫敏感的特定光谱范围的诱虫光源,专门诱杀害虫成虫的一种新型绿色环保的无公害防治技术,具有节能省电、保护天敌、成本低、效益高、操作方便、使用安全等特点,生态效益、经济效益和社会效益相当可观。

在大棚旁边的菜田道路上悬挂杀虫灯诱杀小菜蛾、甜菜夜蛾、菜螟成虫等害虫,密度为3盏/hm²左右,挂灯高度为1.2 m,辐射面积13 hm²,杀虫效果显著⁶⁾,可有效降低害虫基数,使害虫的密度和落卵量大幅度降低。由于昆虫的活动习性不同,害虫每日在不同的时段扑灯量有较大差异,每日开灯时间为19:00至次日4:00,诱杀高峰时段为21:00—23:00。据观测,相同挂灯高度和相同的间隔期及时清刷网和不清刷网捕虫量有很大差异,应每日清理灯内诱杀的害虫,以提高捕虫量。

7 采收

适时采收是高产、优质的关键,夏季宜在下午采收,规模种植时宜分期播种、分批采收,随收随上市,以保持产品新鲜。采收后注意去除有病虫、机械损伤

的个体,并适当进行整理、挑选和分级。通风预冷并尽快销售。

开封市祥符区四妮蔬菜种植农民专业合作社生产基地严格按照上述栽培管理技术进行落实,快菜整个生长期没有发生虫害,未喷洒任何农药。农业农村部农产品质量监督检验测试中心(郑州)对该基地现场采样检测,检验报告(编号:2019LS-094)结果显示,该批次产品结果符合《绿色食品 白菜类蔬菜》(NY/T 654—2012)、农业部公告第2032号和《绿色食品 农药使用准则》(NY/T 393—2013)标准要求,真正做到了绿色、工厂化生产。

8 参考文献

- [1] 冯伟民.蔬菜防虫网覆盖栽培的病虫害防治配套技术[J].江苏农业科学,2007,35(6):83-84.
- [2] 韩爱萍,翟忠琴,贾景德,等.保护地快菜栽培管理技术[J].蔬菜栽培技术,2017(5):33-35.
- [3] 杨丽红.夏季耐热小白菜高效安全生产技术[J].现代园艺,2014(23):44-45.
- [4] 孙雪梅,金新华,周敏敏.防虫网在叶菜上的防虫效果及其对田间小气候的影响[J].上海蔬菜,2010(6):46-47.
- [5] 褚剑峰,吴爱芳,叶国华,等.蔬菜防虫网室内的环境因子调查与分析[J].浙江农业科学,2011,52(6):1373-1375.
- [6] 唐静,冯均科,周园园,等.以采收菜秧为目的的不结球白菜轻简化栽培技术模式[J].长江蔬菜,2018(14):21-22.
- [7] 郭文忠,陈青云,高丽红,等.设施蔬菜生产节水灌溉制度研究现状及发展趋势[J].农业工程学报,2005,21(增刊1):24-27.
- [8] 胡选江,宋月轩,王其枝,等.设施辣椒水肥一体化技术试验示范[J].长江蔬菜,2013(10):51-53.
- [9] 高晶霞,吴雪梅,牛勇琴,等.拱棚辣椒水肥一体化技术试验研究[J].灌溉排水学报,2019,38(增刊2):42-47.
- [10] 李丹,王京文,王忠,等.基于不同水溶肥的水肥一体化技术对设施辣椒产量及品质的影响[J].浙江农业科学,2019,60(9):1576-1578.
- [11] 袁丽敏,梁路.设施辣椒水肥一体化氮肥减量增效试验效果[J].安徽农学通报,2020,26(4):117-118.
- [12] 桑爱云,王义辉,杜瑞民,等.水肥一体化技术在辣椒生产上的应用研究[J].农业科技通讯,2020(2):124.

(上接第38页)

试验,探索适合当地推广的设施蔬菜高效节水灌溉制度及灌水技术,为设施蔬菜生产节水灌溉提供技术支持。

4 参考文献

- [1] 郭文忠,陈青云,高丽红,等.设施蔬菜生产节水灌溉制度研究现状及发展趋势[J].农业工程学报,2005,21(增刊1):24-27.
- [2] 胡选江,宋月轩,王其枝,等.设施辣椒水肥一体化技术