

痕量灌溉对温室生菜生长和产量及水分利用效率的影响

周继华¹, 王志平¹, 刘宝文²

(1. 北京市农业技术推广站, 北京 100029; 2. 昌平区农业技术推广站, 北京 102200)

摘 要:以生菜品种“北京 101”和“皇帝”为试材, 以常规滴灌和减量滴灌为对照, 研究了痕量灌溉系统对日光温室生菜生长、产量和水分利用效率的影响。结果表明: 与常规滴灌相比, 低痕量和高痕量灌溉不影响生菜的株高、单株外叶重和单株净菜干重; 单株净菜鲜重、单株根鲜重/干重、经济产量和地上生物量以常规滴灌最高, 但与痕量灌溉无显著差异; 低痕量灌溉水分利用效率最高, 较其它处理提高 8.2~30.7 kg/m³。

关键词:痕量灌溉; 生菜; 水分利用效率

中图分类号:S 636.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)13-0051-03

常规滴灌一般是在充分考虑作物需水特性, 并经过精确计算之后, 将作物全生育期的需水量按作物生育期需水特性进行分配, 或者根据作物耗水和土壤含水量的监测结果进行灌水, 是一种间断性的灌水方式。而痕量灌溉是根据土壤的毛细管作用、利用现代膜过滤技术进行灌溉的新型节水灌溉系统。它通过一定高度的蓄水筒、输水管路和特制的控水头, 以极其微小的供水速度适量、不间断地直接将水或营养液输送到植物根系附近, 满足作物水分需求^[1-2]。痕量灌溉符合当前农业生产节水增效的要求, 很多研究者在设备开发、控制理论和农业生产中的作用等不同方面进行了研究, 取得了诸多成果^[3-9]。

现以常规灌溉为对照, 研究了痕量灌溉对生菜生长、产量和水分利用效率的影响, 以期对痕量灌溉在生产上的应用及技术改进提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2011 年在昌平区小汤山镇特菜基地日光温室和南邵镇金六环农业园区日光温室内进行。昌平区小汤山试验点温室长 50 m, 跨度 4.8 m, 土壤质地为粘壤土, 容重 1.35 g/cm³, 田间持水量 23.2%, 试验前底施腐熟有机肥 24 000 kg/hm²。昌平区南邵试验点温室长 50 m, 跨度 6.8 m, 土壤质地为砂壤土, 容重 1.57 g/cm³,

田间持水量 20.8%, 试验前底施有机肥 15 000 kg/hm²。

1.2 试验材料

昌平区小汤山试验点供试生菜品种为“北京 101”, 2011 年 8 月 6 日育苗, 9 月 4 日定植, 株行距 20 cm×45 cm, 11 月 24 日收获测产。昌平区南邵试验点供试生菜品种为“皇帝”, 2011 年 10 月 15 日播种育苗, 11 月 5 日定植, 株行距 30 cm×40 cm, 2012 年 1 月 16 日收获。

1.3 试验方法

痕量灌溉系统首部为 1 只容积 18 L 的塑料桶, 吊在棚架上, 距离地面高度 0.5~1.0 m。痕量灌溉管道根据株距截成短段, 铺设时每根管子和每个控水头现场插接, 控水头朝下。铺设时每个控水头对应 1 棵植株, 完毕后用土将控水头覆盖。

1.3.1 昌平区小汤山试验点 9 月 4 日定植水用管点灌 16.3 mm, 9 月 5 日、7 日又分别点灌 2 次, 共灌水 13.3 mm。9 月 8 日后按以下 4 个处理进行, 每个处理 3 次重复, 小区面积 16.2 m²。处理 1: 常规滴灌, 分别在 9 月 28 日、10 月 23 日、11 月 12 日灌水, 共灌水 85 mm。2011 年 10 月 23 日追施滴灌专用肥(N:P₂O₅:K₂O 比例为 20:20:20, 下同)120 kg/hm²。处理 2: 减量滴灌, 分别在 9 月 19 日、10 月 8 日、10 月 23 日、11 月 12 日灌水, 共灌水 39.1 mm。施肥同处理 1。处理 3: 高痕量灌溉, 从 2011 年 9 月 8 日至 11 月 12 日不间断供水, 灌水总量 39.1 mm。2011 年 10 月 21~23 日, 分 3 次追施滴灌专用肥共 120 kg/hm²。处理 4: 低痕量灌溉。从 2011 年 9 月 8 日至 11 月 12 日不间断供水, 灌水总量 33.4 mm。追肥同处理 3。

第一作者简介:周继华(1980-), 男, 浙江江山人, 本科, 高级农艺师, 现主要从事蔬菜与果树节水灌溉技术的研究与推广工作。E-mail: 54019337@qq.com。

基金项目:北京市农委科技资助项目(2011-G33)。

收稿日期:2013-03-04

1.3.2 昌平区南邵试验点 11月5日定植时根据痕量灌溉系统控水头湿润土壤的位置栽植生菜。从定植开始即按照以下4个处理进行。每个处理3次重复,小区面积21.4 m²。处理1:常规滴灌,在生菜全生育期灌水5次,共灌水148.3 mm。11月22日滴施专用肥共117 kg/hm²。处理2:减量滴灌,在生菜全生育期灌水5次,共灌水112.4 mm。追肥同处理1。处理3:高痕量灌溉,从2011年11月2日至2012年1月6日不间断灌水,灌水总量62.2 mm。11月21~23日,分3次追施滴灌专用肥共117 kg/hm²,2012年1月6日后停止灌水。处理4:低痕量灌溉。从2011年11月2日至2012年1月6日不间断灌溉,灌水总量54.9 mm。追肥同处理3。

1.4 项目测定

灌水量用水表计量,收获时每个小区单收测产。关键生育期烘干法测定每个小区不同土层的土壤含水量。计算田间耗水量、土壤耗水量。

2 结果与分析

2.1 痕量灌溉对生菜株高的影响

由表1可知,小汤山试验点痕量灌溉对生菜植株的生长无显著影响,不同灌溉方式对植株生长影响不大。

表2 痕量灌溉对生菜产量性状的影响

Table 2 Effect of trace irrigation on yield characters of lettuce

地点	处理	单株外叶重	单株净菜鲜重	单株根鲜重	单株净菜干重	单株根干重
Place	Treatments	Leave weight of out layers	Fresh weight per plant	Fresh root weight per plant	Dry weight per plant	Dry root weight per plant
小汤山 Xiaotangshan	常规滴灌	337a	779a	207a	19.0a	6.7a
	减量滴灌	339a	675b	190b	18.8a	4.3b
	高痕量灌溉	326a	733ab	233ab	19.2a	5.3ab
	低痕量灌溉	297a	727ab	200ab	19.0a	5.0ab
南邵镇 Nanshao town	常规滴灌	4.8a	254a	12.9a	14.3a	3.1a
	减量滴灌	4.1a	232a	11.3a	12.2a	3.7a
	高痕量灌溉	4.1a	246a	11.9a	12.3a	2.5a
	低痕量灌溉	3.6a	221a	10.8a	10.9a	2.2a

2.3 痕量灌溉对生菜产量的影响

由表3可知,小汤山试验低痕量和高痕量灌溉的生菜经济产量和地上生物产量,与常规滴灌相比无显著差异,与减量滴灌相比亦无显著差异。南邵镇试验点4个

表3 痕量灌溉对生菜产量的影响

Table 3 Effect of trace irrigation on yield of lettuce

地点	处理	经济产量	地上生物产量	净菜率
Place	Treatments	Economic yield/kg·hm ⁻²	Aboveground biomass/kg·hm ⁻²	Cleaned vegetable rate/%
小汤山 Xiaotangshan	常规滴灌	75 960a	108 810a	69.8
	减量滴灌	65 820b	98 865b	66.6
	高痕量灌溉	71 475ab	103 260ab	69.2
	低痕量灌溉	70 890ab	99 840ab	71.0
南邵镇 Nanshao town	常规滴灌	32 655a	33 270a	98.2
	减量滴灌	28 635a	29 235a	97.9
	高痕量灌溉	29 850a	30 465a	98.0
	低痕量灌溉	29 010a	29 580a	98.1

2.4 痕量灌溉对生菜水分利用效率的影响

由表4可知,小汤山试验点生菜全生育期痕量灌溉

表1 痕量灌溉对小汤山生菜株高的影响

Table 1 Effect of trace irrigation on plant height of lettuce in Xiaotangshan

处理	9-8	9-18	10-1	10-15
Treatments				
常规滴灌	12.4a	19.3a	21.6a	23.5a
Conventional drip irrigation				
减量滴灌	12.4a	16.5a	20.4a	22.1a
Reduced drip irrigation				
高痕量灌溉	12.4a	20.7a	21.1a	24.4a
High trace irrigation				
低痕量灌溉	12.4a	19.9a	21.4a	24.2a
Low trace irrigation				

注:不同字母代表差异显著性(0.05),小汤山点与南邵点分别进行多重比较。下同。

Note: Different letters respect significant difference at 0.05 level, data of Xiaotangshan and Nanshao town are multiple compared. Same the below.

2.2 痕量灌溉对生菜产量构成因素的影响

由表2可以看出,小汤山试验点高痕量灌溉和低痕量灌溉处理的单株外叶重、单株净菜鲜重、单株根鲜重、单株净菜干重、单株根干重均无显著差异,但常规滴灌与减量滴灌之间存在显著差异。南邵镇试验点数据显示,4个灌溉处理间的产量因素之间均无显著差异。

灌溉处理间经济产量无显著差异,生物产量也无显著差异。南邵镇生菜“皇帝”本是结球生菜,但由于要在春节前上市,未等生菜完全长成即收获,所以净菜率高。

比常规滴灌田间耗水量减少46.0~51.6 mm,节水40.1%~45.0%,水分利用效率增加37.8~46.1 kg/m³;

表 4

痕量灌溉对生菜水分利用效率的影响

Table 4

Effect of trace irrigation on water use efficiency of lettuce

地点	处理	灌水量	土壤贮水量	耗水总量	耗水强度	水分利用效率
Place	Treatments	Irrigation amount/mm	Soil water storage/mm	Total water consumption/mm	Water consuming intensity/mm · d ⁻¹	Water use efficiency/kg · m ⁻³
小汤山 Xiaotangshan	常规滴灌	114.7	2.1	112.6	1.39	66.2
	减量滴灌	68.7	1.3	67.3	0.82	95.8
	高痕量灌	68.7	0.9	67.8	0.84	104.0
	低痕量灌	63.1	0.3	61.6	0.76	112.3
	常规滴灌	148.3	3.9	144.4	1.75	22.6
南邵镇 Nanshao town	减量滴灌	112.4	1.8	110.6	1.35	25.9
	高痕量灌	62.2	0.9	61.3	0.75	48.7
	低痕量灌	54.9	0.4	54.4	0.66	53.3

比减量滴灌节水 0%~8.2%,水分利用效率增加 8.2~16.5 kg/m³。痕量灌溉下耗水强度为 0.76~0.84 mm/d,滴灌条件下耗水强度为 0.82~1.39 mm/d。

由表 4 还可知,南邵试验点生菜全生育期痕量灌溉比常规滴灌田间耗水量减少 86.1~93.4 mm,节水 58.1%~63%,水分利用效率增加 26.1~30.7 kg/m³;比减量滴灌节水 50.2~57.5 mm,节水 44.7%~51.2%,水分利用效率增加 22.8~27.4 kg/m³;痕量灌溉下耗水强度为 0.66~0.75 mm/d,滴灌条件下耗水强度为 1.35~1.75 mm/d。

试验结果表明,痕量灌溉相对于滴灌能够提高生菜水分利用效率,这也是其在较少用水条件下保持稳定产量的原因。

3 结论与讨论

综合以上昌平区小汤山镇和南邵镇 2 个试验点的结果,低痕量和高痕量灌溉在生菜上应用,在保持稳定经济产量的情况下,与常规滴灌相比可节水 40.1%~63%,水分利用效率提高 8.2~30.7 kg/m³,具有很大的节水潜力。痕量灌溉直接将水或营养液输送至植物根系附近,该技术利用毛细作用原理,根据土壤干湿程度自动调节出水量大小,均匀、适量、不间断地为植物供水;同

时,采用膜过滤技术(即设置合理的膜与出水口毛细管面积的比值),可保证系统长久稳定运行不堵塞。但其实际应用中,也发现痕量灌溉管和控水头铺设时都需要现场插接,较为费工,还容易松脱漏水,这需要进行设备改进和应用适应性研究。

参考文献

- [1] 袁巧霞,朱端卫,艾平,等.设施栽培中渗灌技术研究现状与发展趋势[J].农业机械学报,2006(9):199-203.
- [2] 山仑,康绍忠,吴普特.中国节水农业[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [3] 康银红,马孝义,李娟,等.地下滴渗灌灌水技术研究进展[J].灌溉排水学报,2007(12):34-39.
- [4] 李明顺,张香台.节水灌溉理论新探与技术措施分析[J].水利水电技术,2006(10):64-66.
- [5] 耿伟,王春艳,薛绪掌,等.不同水分处理对豇豆光合生理特性的影响[J].灌溉排水学报,2006(10):72-75.
- [6] 陈新明,蔡焕杰,单志杰,等.根区局部控水无压地下灌溉技术对黄瓜和番茄产量及其品质影响的研究[J].土壤学报,2006,43(3):486-492.
- [7] 张倩,吴殿龙,张丽君.渗灌节水技术在保护地蔬菜栽培中的应用研究[J].北方园艺,2009(1):144-146.
- [8] 陈新明,蔡焕杰,单志杰,等.作物根区局部控水无压灌溉的土壤水动力学机理[J].农业机械学报,2006(11):80-83.
- [9] 尹洪俊,李玉花,夏吉忠.滴灌在保护地蔬菜中的推广与应用[J].北方园艺,2007(8):88-89.

Effect of Trace Irrigation on Growth, Yield and Water Use Efficiency of Lettuce

ZHOU Ji-hua¹, WANG Zhi-ping¹, LIU Bao-wen²

(1. Beijing Agri-Technical Extension Center, Beijing 100029; 2. Changping Agro-Technical Extension Station, Beijing 102200)

Abstract: Taking lettuce 'Beijing 101' and 'Emperor' as materials, using conventional and reduced rate of drip irrigation as control, the effects of first generation trace irrigation system on growth, yield and water use efficiency of lettuce were studied. The results showed that plant height, leave weight of out layers and dry weight per plant of lettuce could not be affected by the trace irrigation treatment. Fresh and dry root weight, economic yield and biomass weight above ground were the highest under the conventional drip irrigation treatment, however, there was no significant difference between conventional drip irrigation treatment and trace irrigation treatment. Water use efficiency in low trace irrigation treatment could increased by 8.2~30.7 kg/m³ compared with the other treatments.

Key words: trace irrigation; lettuce; water use efficiency