

灌水量对日光温室黄瓜水分分配及硝态氮运移的影响

孙丽萍¹ 温永刚¹ 王树忠² 王永泉² 张振贤¹ 陈青云¹ 任华中¹ 高丽红^{1*}

(1. 中国农业大学 农学与生物技术学院, 北京 100193;

2. 北京市农业技术推广站, 北京 100101)

摘要 为了揭示灌水量对日光温室黄瓜水分分配及硝态氮运移的影响,以津育5号黄瓜(*Cucumis sativus* L.)为试材,研究了常规灌溉、常规灌溉量下浮25%和50%3个灌水量条件下,灌溉水的去向、硝态氮淋洗、根层土壤硝态氮运移、根系分布及产量和水分利用效率。结果表明:减少灌水量使水分深层渗漏、土面蒸发及土壤储水量下降,而植株蒸腾量和含水量不同处理差异不显著;在本试验设定的灌水量范围内,灌水量减少有增产趋势,下浮25%和50%分别比常规灌溉增产10.5%和15.4%,水分利用效率提高10.9%和22.0%;并减少了硝态氮的淋洗量,促使养分更多的分布于根层,对节水和保护地下水环境具有重要意义。

关键词 黄瓜; 灌水量; 水分分配; 硝态氮; 产量; 水分利用效率

中图分类号 S 642.2

文章编号 1007-4333(2012)01-0093-07

文献标志码 A

Effects of different irrigations on water distribution and nitrate transport in a solar-greenhouse grown cucumber

SUN Li-ping¹, WEN Yong-gang¹, WANG Shu-zhong², WANG Yong-quan²,
ZHANG Zhen-xian¹, CHEN Qing-yun¹, REN Hua-zhong¹, GAO Li-hong^{1*}

(1. College of Agronomy and Biotechnology, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. Station of Popularizing Agricultural Technique of Beijing, Beijing 100101, China)

Abstract In order to reveal the effects of different irrigations on water distribution and nitrate transport, conventional, 75% and 50% conventional irrigations were evaluated in a solar-greenhouse-grown-cucumber Jinyu No. 5. Water distribution, nitrate leaching, root zone nitrate transport, root distribution, yield and water use efficiency (WUE) were determined. The results showed that the amount of leaching, evaporation and soil water storage decreased, but transpiration and moisture content of plant were no significant difference with decreasing irrigation quantity. Both 75% and 50% conventional irrigations resulted in increase of cucumber yield by 10.5% and 15.4%, and WUE by 10.9% and 22.0%, respectively, compared with conventional irrigation. Nitrate leaching was also reduced significantly. It is thus evident that reducing irrigation can be benefit to either crop production, water saving or environmental protection.

Key words cucumber; irrigation; water distribution; NO₃-N; yield; water use efficiency

黄瓜是设施蔬菜栽培的主要作物之一,在实际生产中,仍以畦灌或垄灌为主,灌水量大,除造成大量水分深层渗漏外,随灌溉水渗漏造成的硝酸盐淋洗现象也相当严重^[1]。在有限水资源条件下,如何确定最佳灌水量以提高水分利用效率是温室黄瓜节水栽培中的一个重要课题。国内外的研究者们对此进行了相关的研究^[2-4]。有研究表明,灌溉水量增加,

土壤含水量增大^[5],使根层土壤含水量高于田间持水量,导致水分渗漏量增加^[6]。水分是NO₃-N在土壤运动中的载体,土壤供水量越高,土体NO₃-N的淋洗量越大^[7-8]。巨龙等^[5]研究表明,表土含盐量随着灌水量的增加先减小后增大,只有合适的灌溉水量才能收到较好的抑盐效果。但是由于水分运动的多维性以及灌溉的高频性,目前对不同灌水量下,灌溉

收稿日期: 2011-07-05

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费项目(201001061); 现代农业产业技术体系建设专项资金(Nycytx-35-gw22)

第一作者: 孙丽萍, 硕士研究生, E-mail: lipingsun1984@126.com

通讯作者: 高丽红, 教授, 主要从事设施园艺与无土栽培研究, E-mail: gaolh@cau.edu.cn

水的分配规律以及水盐在土壤中的运动等研究还不够充分。在此背景下,本研究以津育5号黄瓜为试材,研究了基于农民经验灌溉量条件下的不同灌水量处理对日光温室冬春茬和秋冬茬黄瓜灌溉水分配及硝态氮迁移的影响。目的是在评价灌溉节水的同时,研究不同灌水量对环境(包括耕层土壤环境和地下水环境)的影响效果,为合理灌溉制度制定提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验于2007年2月—12月在北京市顺义区

大孙各庄镇绿奥蔬菜合作社日光温室内进行。供试黄瓜(*Cucumis sativus* L.)品种为天津神农种业有限公司生产的津育5号。冬春茬试验于2007年1月8日播种,2月12日定植,6月30日拉秧,采收期为2007年3月22日—6月25日;秋冬茬试验于2007年8月12日播种,9月6日定植,12月23日拉秧,采收期为2007年10月8日—12月23日。宽窄行垄作(宽行80 cm,窄行50 cm),株距30 cm。供试温室长71 m、跨度7 m,脊高3.5 m。冬春茬试验开始前测定耕层土壤的基础理化性状,结果见表1。

表1 供试温室耕层土壤基础理化性状

Table 1 Soil physical and chemical properties in the greenhouse

有机质/%	w (全氮)/ (g/kg)	w (速效氮)/ (mg/kg)	w (速效磷)/ (mg/kg)	w (速效钾)/ (mg/kg)	容重/ (g/cm ³)	田间持水量/ %
0.972	6.732	160.5	33.8	102.6	1.28	25.6

注:表中各种养分测定参考鲍士旦等^[9]的方法。

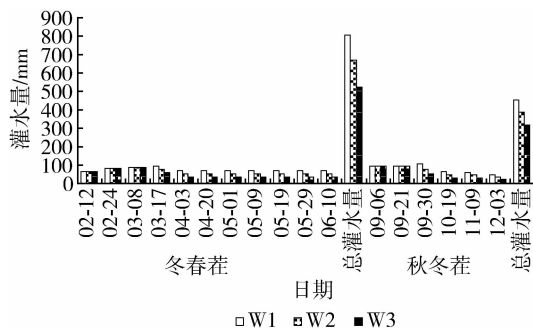
1.2 试验设计

根据栽培季节和黄瓜的生育阶段设定动态的灌水量,以农民经验灌水量(W1,每次50~100 mm^[10])为基本值,下浮25%(W2)和下浮50%(W3)作为另外2个灌水处理。每个小区有5个栽培畦,面积33.8 m²,3次重复,随机区组排列。试验采用沟灌,为防止水分侧渗,不同处理小区之间用垂直埋深50 cm的薄膜隔开,3种灌水量同时灌水,灌水量用精确度为0.001 m³的水表计量,灌水量(mm)=栽培畦灌水量(m³)/栽培畦面积(m²)。具体灌水时间及每次灌水量见图1。冬春茬3月17日开始进行不同灌水量处理,秋冬茬9月30日开始进行不同灌水量处理,之前均采用农民经验灌溉量。所有处理施肥量相同,定植前施用腐熟牛粪(鲜牛粪含氮量0.36%)作底肥,冬春茬490 t/hm²,秋冬茬350 t/hm²;冬春茬追施纯氮846 kg/hm²,秋冬茬385 kg/hm²。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 灌溉水渗漏量的测定

参照雷廷武等^[11]的方法利用排水式蒸渗仪测量,对蒸渗仪的规格按照黄瓜栽培要求进行了改进(蒸渗仪长宽高分别为150 cm×130 cm×90 cm,埋于耕层30 cm以下),因此所测渗漏量至少为距地表



W1为常规灌溉;W2为常规灌溉量下浮25%;

W3为常规灌溉量下浮50%;下图同。

图1 灌水时间及灌水量

Fig. 1 Irrigation data and amount of irrigation

120 cm以下水分,每次灌溉后用水泵将蒸渗仪中的水分抽出并计量。每个处理下均埋2个蒸渗仪,所获得的渗漏量为2次重复的平均值。

1.3.2 土面(行间)蒸发量的测定

采用改进的微型蒸发器(PVC管做成,高100 mm,管壁厚5 mm,内径100 mm)测定,具体测定方法参照孙宏勇等^[12]研究方法。每个小区设2个重复,宽窄行间均放置,每天下午16:00用精度0.01 g的电子天平称质量,2 d质量的差值即为蒸发量,质量每减少1 g相当于0.127 4 mm的土面蒸发量。

1.3.3 土壤储水变化量的测定

黄瓜各生育期开始与结束时于窄行中间位置用土钻采集 0~80 cm 的土样,将土层分为 0~20、20~40、40~60 和 60~80 cm 4 层,每小区 5 次重复,同层土壤混合混匀,烘干法测定土壤含水量。

1.3.4 植株含水量的测定

黄瓜各生育期分别取样,每小区 3 棵植株,烘干法测定根、茎、叶及果实的含水量。

1.3.5 植株蒸腾量的测定

由水量平衡法计算得到:

$$T = I - S - D - E - P \quad (1)$$

式中: I 为灌水量,mm; S 为土壤储水变化量,mm; D 为渗漏量,mm; E 为土面蒸发量,mm; P 为植株含水量,mm。

1.3.6 硝态氮淋洗量的测定

用连续流动分析仪(TRAACS2000)测定每次从蒸渗仪中抽出水的 $\text{NO}_3\text{-N}$ 质量浓度(ρ),每个蒸渗仪取 3 个样。硝态氮淋洗量(L)由以下公式计算:

$$L = \rho \times D \quad (2)$$

式中: ρ 为渗漏液中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 质量浓度,mg/L; D 为渗漏量,mm。

1.3.7 表层 0~30 cm 水盐运移的测定

盛瓜期冬春茬 2 次,秋冬茬 1 次于窄行中间位置取灌水前、灌水当天及灌水后 3 次(冬春茬隔 2 d,秋冬茬隔 6 d) 0~10、10~20 和 20~30 cm 土壤,每小区 5 次重复,同层混合混匀,用连续流动分

析仪(TRAACS2000)测定硝态氮含量,冬春茬为 2 次结果的平均值。

1.3.8 根样的采集与分析

盛瓜期用直径 10 cm、深 15 cm 的根钻按照 0~15、15~30 和 30~45 cm 3 层取样,每层 9 个点(以黄瓜植株为中心,南、中和北各 3 点)。根样取回后,立即用 0.5 mm 的筛子冲洗,去除杂物后,用交叉网格法测定根长,计算根长密度,根长密度(cm/cm^3) = 根长/根钻体积。将测定完根长的根样按照所处的层次,每株分成 3 部分,于 80 °C 烘干至恒重,测定根干质量,计算根质量密度,根质量密度(g/cm^3) = 根质量/根钻体积。

1.3.9 黄瓜经济产量的统计

每小区选定一畦计产,记录每次摘瓜重量,换算成每公顷的产量即为黄瓜的经济产量。

1.3.10 产量水平水分利用效率的计算

利用产量水平水分利用效率(X)公式计算得到:

$$X = Y/H = Y/(E + T) \quad (3)$$

式中: Y 为经济产量, kg/hm^2 ; H 为耗水量,mm。

1.4 数据分析

利用 SPSS 数据分析软件对数据进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同灌水量对灌溉水水分分配的影响

灌溉水的去向主要包括深层渗漏、土面蒸发、植株蒸腾、土壤储水和植株含水 5 个方面。从表 2 可

表 2 不同灌水量对灌溉水水分分配的影响

Table 2 Effect of different irrigations on irrigation water distribution

mm

季节	处理	灌水量	渗漏量	土面蒸发量	蒸腾量	土壤储水变化量	植株含水量
冬春茬	W1	806.2	400.6 a	86.3 a	278.6 a	23.5 a	17.1 a
	W2	670.3	284.4 b	80.9 ab	283.5 a	2.7 b	18.7 a
	W3	525.4	179.0 c	75.6 b	267.4 a	-15.1 c	18.6 a
秋冬茬	W1	455.1	217.9 a	57.6 a	101.4 a	71.5 a	6.7 a
	W2	390.0	172.4 b	56.5 a	101.6 a	52.0 b	7.5 a
	W3	320.5	124.9 c	55.5 a	97.5 a	35.5 c	7.1 a

注:表中数据同一行含不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。下同。

以看出,各处理秋冬茬灌水量明显少于冬春茬,这与黄瓜的生育相一致,秋冬茬外界温度逐渐降低,黄瓜吸收利用减少,因而灌水量也减少。定植及缓苗水

所有处理相同,冬春茬为 235.7 mm,秋冬茬为 185.9 mm。

灌水量减少,渗漏量也随之减少,2 个栽培茬口

趋势相同。冬春茬 W2 和 W3 分别比 W1 处理减少 29.0% 和 55.3%，秋冬茬分别减少 20.9% 和 42.7%，各处理间达到显著性差异。

土面蒸发量与渗漏量有相同的规律。冬春茬 W2 和 W3 土面蒸发量分别比 W1 减少了 6.3% 和 12.5%，W3 与 W1 之间达到显著性差异；秋冬茬分别减少了 1.8% 和 3.7%，各处理间没有达到显著性差异。这是由于灌水量增加，土壤的湿润范围增大，导致土面蒸发量增加。

植株蒸腾量和植株含水量冬春茬明显多于秋冬茬，2 个栽培茬口蒸腾量和植株含水量均以 W2 最大，蒸腾量冬春茬 W2 分别比 W1 和 W3 增加了 1.8% 和 6.0%，秋冬茬分别增加了 0.1% 和 4.2%；植株含水量冬春茬 W2 分别比 W1 和 W3 增加了 9.6% 和 0.8%，秋冬茬分别增加了 11.8% 和 6.4%。但是各处理间并没有达到显著性差异。这主要是由于本试验所采用的 3 个水分处理并没有造成黄瓜生长的水分亏缺状态，因此对植株蒸腾和植株含水量没有产生显著影响，同时也表明灌水量增加并没有引起黄瓜的奢侈蒸腾现象。

灌水量对土壤储水变化量有很大影响，各处理之间达到显著性差异，2 个栽培茬口趋势相同。

总之，灌溉水在渗漏、蒸发、蒸腾、植株含水量和土壤储水的分配比例因处理而有所差异，其中，渗漏占灌溉水的 34%~50%，蒸发占 11%~17%，蒸腾占 22%~51%，植株含水占 1%~4%，土壤储水变化占 3%~16%。蒸腾是蔬菜作物重要的生理过程，与生长发育密切相关，植株含水量和土壤储水量相对较小，因此节水的重要环节应集中在降低深层渗漏和土面蒸发上。

2.2 不同灌水量对硝态氮淋洗的影响

硝态氮是植物能够直接吸收利用的速效性氮素，不易被土壤胶体所吸附，易随水移动。灌水量的多少必然会对硝态氮的分布产生影响。表 3 可示，无论是冬春茬还是秋冬茬，随着灌水量的减少，硝态氮的淋洗量也随之减少。现以秋冬茬为例，初瓜期 W2 和 W3 处理分别比 W1 减少 27.4% 和 51.7%，W3 和 W1 之间达到显著性差异；盛瓜期随灌水量减少硝态氮淋洗量明显减少，W2 和 W3 处理分别比 W1 减少 48.9% 和 92.8%，各处理之间达到显著性差异；末瓜期呈现与盛瓜期相同的趋势，其中 W2

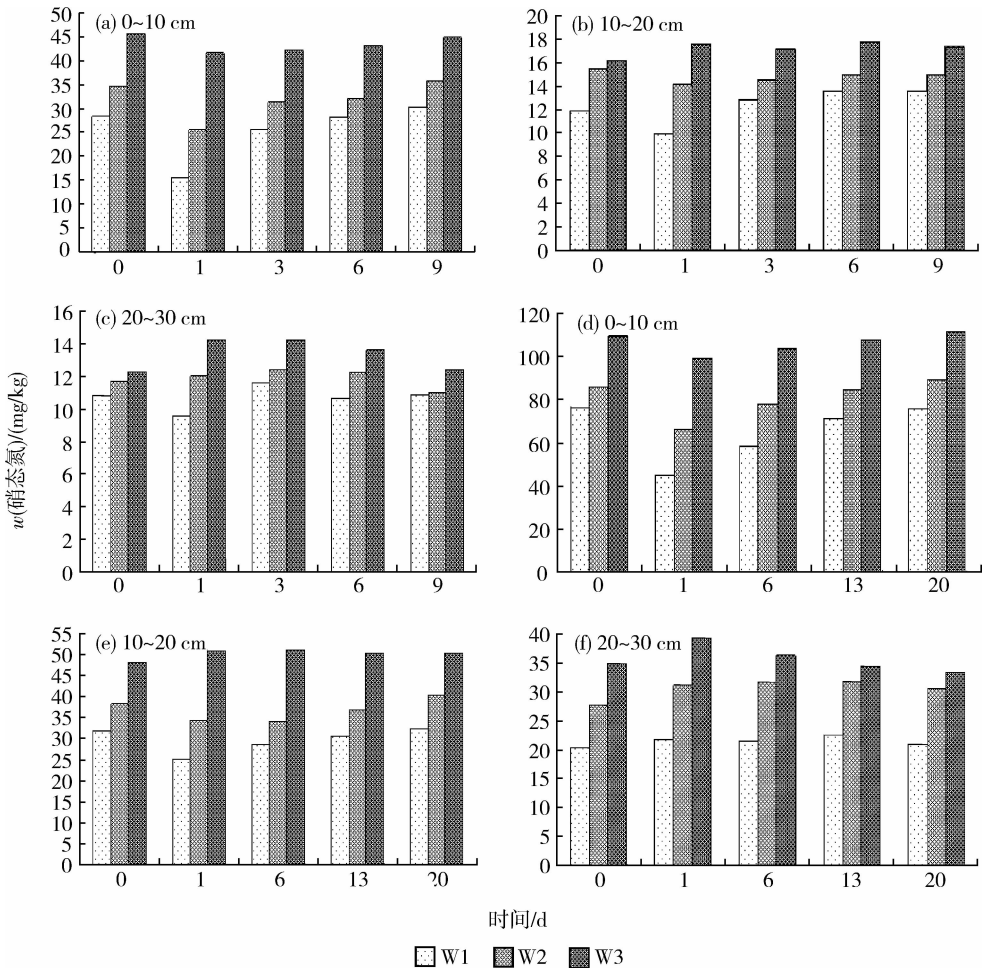
比 W1 减少了 50.0%，W3 由于没有渗漏从而消除了硝态氮的深层淋洗，处理间差异显著；全生育期 W2 和 W3 分别比 W1 减少了 41.1% 和 78.7%，处理间达到显著性差异。说明减少灌水量有利于减轻硝态氮的深层淋洗，从而减轻对地下水的污染。

表 3 不同灌水量对硝态氮淋洗量的影响
Table 3 Effect of different irrigation on volume nitrate leaching kg/hm²

季节	生育期	W1	W2	W3
冬春茬	初瓜期	46.3 a	37.3 ab	26.5 b
	盛瓜期	40.0 a	11.5 b	0.0 c
	末瓜期	9.9 a	4.6 b	1.1 b
	全生育期	96.1 a	53.4 b	27.6 c
秋冬茬	初瓜期	39.1 a	28.4 ab	18.9 b
	盛瓜期	50.1 a	25.6 b	3.6 c
	末瓜期	16.4 a	8.2 b	0.0 c
	全生育期	105.6 a	62.2 b	22.5 c

2.3 不同灌水量对根层土壤硝态氮运移的影响

图 2 可示：土层深度增加，硝态氮含量降低且变化幅度减小；随着灌水量的减少，表层各土层硝态氮含量呈现增加的趋势，2 个栽培茬口趋势相同，但秋冬茬黄瓜根层土壤硝态氮含量要高于冬春茬，这主要是由于在黄瓜盛瓜期，冬春茬所处温室环境条件优于秋冬茬，植株对土壤中养分吸收量大，使土壤中养分含量相对较低；同时冬春茬相对秋冬茬灌水频繁，也使根层土壤硝态氮含量相对较低。现以秋冬茬为例描述灌溉周期内不同灌水量对根层土壤硝态氮运移的影响。灌溉前 0~10 cm 土层硝态氮含量 W3>W2>W1，W2、W3 分别比 W1 增加了 12.8% 和 43.0%；灌溉当天各处理硝态氮含量均呈现降低的趋势，而且灌水量越大，下降的幅度越大，W1 灌溉当天比灌溉前减少了 31.78 kg/hm²、W2 减少了 19.90 kg/hm²、W3 减少了 10.39 kg/hm²；灌溉后随着蒸发的进行，各处理硝态氮含量均逐渐增加，灌溉周期结束时硝态氮含量仍然是 W3>W2>W1。10~20 cm 和 20~30 cm 土层灌溉周期内硝态氮运移规律与 0~10 cm 基本相同，只是硝态氮含量相对较低。总的看来，0~30 cm 土层，随着灌水量的减少，硝态氮含量呈现增加的趋势，这主要是由于灌水量



(a)、(b)和(c)为冬春茬:0为灌溉前,1为灌溉当天,3为灌溉后第2天,6为灌溉后第5天,9为灌溉后第8天;
 (d)、(e)和(f)为秋冬茬:0为灌溉前,1为灌溉当天,6为灌溉后第5天,13为灌溉后第12天,20为灌溉后第19天。

图 2 不同灌水量对硝态氮运移的影响

Fig. 2 Effect of different irrigation on nitrate nitrogen transport

减少导致硝态氮的淋洗量减少,更多的养分储存在土壤中。因此在减少灌水量同时,为了避免根层土壤出现盐渍化,必须在减量灌溉同时适当减少肥料的供应量。

2.4 不同灌水量对黄瓜根系分布的影响

根系是作物吸收水分和矿质营养的重要器官,在植物生长发育中有着极其重要的作用。黄瓜是一种浅根系作物,对水肥很敏感,灌水量影响了土壤的水和肥分布,必然会对黄瓜的根系产生影响。表 4 所示:冬春茬黄瓜根系要多于秋冬茬,黄瓜根系主要分布于 0~15 cm 土层,而且随着土层深度的增加,黄瓜根系逐渐减少。但无论冬春茬还是秋冬茬,黄瓜各层及全层根系随着灌水量减少,根系呈现增加的趋势。以冬春茬为例,0~15 cm 土层 W2 和 W3

处理分别比 W1 增加了 9.6%和 20.6%,W1 与 W3 处理之间达到显著性差异;15~30 cm 土层分别增加了 22.4%和 48.1%,W1 与 W3 处理之间达到显著性差异;30~45 cm 土层分别增加了 11.6%和 29.7%,各处理间没达到显著性差异;全生育期分别增加了 11.5%和 25.1%,W3 与 W1 和 W2 之间达到显著性差异。造成这种结果的原因是随着灌水量减少,根系为了获得生长所需要的水分,促进了根系向深层的生长;同时灌水量减少使土壤通气性得到改善,也有利于促进黄瓜根系的生长。根长密度、根质量、根质量密度的变化规律与根长类似。总的来说,在本试验条件下,随着灌水量的减少,0~45 cm 土层根系增加,有利于增强作物吸收水肥的能力,利于作物生长。

表4 不同灌水量对黄瓜根系的影响

Table 4 Effect of different irrigation on root of cucumber

季节	深度/cm	处理	根长/cm	根长密度/(cm/cm ³)	根质量/g	根质量密度/(g/cm ³)
冬春茬	0~15	W1	3 387 b	0.25 b	1.44 c	0.11 b
		W2	3 714 ab	0.28 ab	1.48 b	0.11 ab
		W3	4 085 a	0.30 a	1.57 a	0.12 a
	15~30	W1	568 b	0.04 b	0.13 b	0.01 a
		W2	695 ab	0.05 ab	0.15 ab	0.01 a
		W3	840 a	0.06 a	0.19 a	0.01 a
	30~45	W1	488 a	0.04 a	0.08 a	0.01 a
		W2	545 a	0.04 a	0.09 a	0.01 a
		W3	634 a	0.05 a	0.09 a	0.01 a
秋冬茬	0~15	W1	2 516 b	0.19 b	1.14 b	0.08 b
		W2	3 190 a	0.24 a	1.22 a	0.09 a
		W3	3 434 a	0.25 a	1.24 a	0.09 a
	15~30	W1	773 a	0.06 a	0.11 b	0.01 a
		W2	944 a	0.07 a	0.15 a	0.01 a
		W3	960 a	0.07 a	0.16 a	0.01 a
	30~45	W1	548 a	0.04 a	0.02 a	0 a
		W2	581 a	0.04 a	0.02 a	0 a
		W3	628 a	0.05 a	0.03 a	0 a

2.5 不同灌水量对黄瓜经济产量和水分利用效率的影响

不同灌水量黄瓜产量存在差异。表5可示:冬春茬黄瓜产量显著高于秋冬茬,这主要是因为冬春茬温光环境要优于秋冬茬,利于黄瓜产量的形成。但无论是冬春茬还是秋冬茬,在本试验灌水量范围内,随着灌水量的减少,黄瓜的经济产量不但没有减少,反而增加。冬春茬 W2、W3 分别比 W1 增产 9.9% 和 16.3%,秋冬茬分别增产 12.1% 和 13.0%。水分利用效率冬春茬 W2、W3 处理分别比 W1 提高 10.1% 和 23.9%,秋冬茬分别提高 12.9% 和 17.6%。

表5 不同灌水量对黄瓜经济产量和水分利用效率的影响

Table 5 Effect of different irrigation on economic yield and water use efficiency

季节	处理	Y/(kg/hm ²)	X/(kg/mm·hm ²)
冬春茬	W1	1 161 05 b	318 c
	W2	127 588 ab	350 b
	W3	134 985 a	394 a
秋冬茬	W1	41 663 a	262 b
	W2	46 718 a	296 a
	W3	47 073 a	308 a

3 讨论

3.1 不同灌水量对灌溉水水分分配的影响

已有研究结果表明,土壤含水量的变化影响土壤水分的渗漏^[13]。灌溉水量增加,土壤含水量增大^[5],使根层土壤含水量高于田间持水量,导致水分渗漏量增加^[6]。本试验结果表明,灌水量减少,土壤含水量减少,各处理间达到显著性差异。随着灌水量减少,渗漏量也随之减少,冬春茬 W2、W3 分别比 W1 处理减少 29.0% 和 55.3%,秋冬茬分别减少 20.9% 和 42.7%,各处理间达到显著性差异,与前人研究结果一致。对于土面蒸发量,本试验冬春和秋冬 2 个栽培茬口的数据均表明,灌水量减少,蒸发量减少,冬春茬 W2 和 W3 处理分别比 W1 减少 6.3% 和 12.5%,秋冬茬分别减少 1.8% 和 3.7%。这与已有结果一致:灌水量减少,土壤含水量降低,表层土壤含水量更低,下层土壤中的水分只能以水蒸汽形式通过土壤孔隙向大气扩散,速度较慢,土面蒸发量减少^[14],而且灌水量减少,土壤湿润面积减少,进一步减少土面蒸发^[15]。在本试验条件下,植株蒸腾和植株含水量不同灌水量之间没有显著差异,因此设施黄瓜栽培农艺节水的重点应该是减蒸

(土面蒸发)控漏(降低深层渗漏)。本试验灌水量是基于农民经验灌水条件下的试验设计,灌水量相对较大,导致 W2 和 W3 处理仍有一部分渗漏,因此在以后研究中应进一步减少灌水量,以探寻设施黄瓜栽培的最适灌水量。

3.2 不同灌水量水盐运移对环境的影响

灌水量影响了水分的运移规律,而土壤盐分的变化与水分运动是分不开的,温度势梯度下土壤盐分的迁移仍然以水分运动为基础^[16],因此灌水量还会对盐分的运移产生影响。本试验研究结果表明,随着灌水量的减少,硝态氮的淋洗量也随之减少。冬春茬全生育期 W2 和 W3 分别比 W1 减少了 44.4% 和 71.3%,秋冬茬分别减少了 41.1% 和 78.7%,处理间达到显著性差异,这与已有研究结果一致^[7-8]。表层土壤硝态氮含量则是随着灌水量的减少,硝态氮含量呈现增加的趋势。这与张玉龙等^[17]和巨龙等^[5]的研究结果一致:表土含盐量随着灌水量的增加先减小后增大,只有合适的灌溉水量才能收到较好的抑盐效果,尤其在高温、强蒸发的天气条件下不灌水、灌水量少或灌水量过多都会造成表层土壤积盐。如果减量灌溉而不同时考虑肥的供应,易使耕层土壤盐分严重积累而引发土壤次生盐渍化现象,这不仅会造成土地资源的浪费,而且会造成蔬菜产量和品质的降低。因此,减量灌溉的同时也应减少肥料的用量即进行水肥一体化供应,这对于温室蔬菜生产具有重要意义。

3.3 不同灌水量对产量和水分利用效率的影响

巨龙等^[5]研究表明,随着灌水量的增加,小麦产量先增加后降低,水分利用效率呈递减趋势。张宪法等^[18]研究了土壤水分对温室黄瓜结果期生长与生理特性的影响,结果表明,适宜的土壤水分有利于黄瓜植株生长和产量提高,水分过高或过低均对生长发育不利。本试验是以农民经验灌水量为对照,3 个处理总灌水量均能够满足黄瓜生长需求,因此,在本试验设定的灌水量范围内,随着灌水量减少,产量呈现增加的趋势,冬春茬 W2 和 W3 处理分别比 W1 增产 9.9% 和 16.3%,秋冬茬分别增产 12.1% 和 13.0%;水分利用效率冬春茬 W2 和 W3 处理分别比 W1 提高 10.1% 和 23.9%,秋冬茬分别提高 12.9% 和 17.6%。

总之,通过本试验,笔者认为在设施黄瓜生产

中,节水潜力很大。同时减少灌水量减少了水分深层渗漏、土面蒸发,降低了硝态氮的深层淋洗,增加了黄瓜产量,提高了水分利用效率,对保护水资源具有重要意义。

参 考 文 献

- [1] 李俊良,朱建华,张晓晨,等. 保护地番茄养分利用及土壤氮素淋失[J]. 应用与环境生物学报,2001,7(2):126-129
- [2] Borin M. Irrigation management of processing tomato and cucumber in environments with different water table depths [J]. Acta Horticulture,1990,267:85-92
- [3] Graaf R de,Esmeijer M H. Comparing calculated and measured water consumption in a study of the (minimal) transpiration of cucumbers grown on rockwool [J]. Acta Horticulture,1998,459:103-111
- [4] 王巨媛,毛秀杰,翟胜. 日光温室嫁接黄瓜需水规律的研究[J]. 干旱地区农业研究,2005,23(4):147-150
- [5] 巨龙,王全九,王琳芳,等. 灌水量对半干旱区土壤水盐分布特征及冬小麦产量的影响[J]. 农业工程学报,2007,23(1):86-90
- [6] 于红梅. 控制土壤含水量对蔬菜产量及露地菜田水分渗漏量的影响[J]. 土壤肥料科学,2007,23(4):232-236
- [7] Diez J A,Caballero R,Roman R, et al. Intergrated fertilizer and irrigation management to reduce nitrate leaching in central Spain[J]. Journal of Environment Quality,2000,29:1539-1547
- [8] 于红梅,李子忠,龚元石. 不同水氮管理对蔬菜地硝态氮淋洗的影响[J]. 中国农业科学,2005,38(9):1849-1855
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000
- [10] 韦彦. 灌溉方式对日光温室黄瓜水分利用效率及环境的影响[D]. 北京:中国农业大学,2008
- [11] 雷廷武,詹卫华,黄兴法. 新型压/吸气排水式蒸渗仪的设计和应用[J]. 农业机械学报,2003,34(5):96-98
- [12] 孙宏勇,刘昌明,张喜英,等. 华北平原冬小麦田间蒸散与棵间蒸发的变化规律研究[J]. 中国生态农业学报,2004,12(3):62-64
- [13] 袁新民,同延安,杨学云,等. 灌溉与降水对土壤 NO₃-N 累积的影响[J]. 水土保持学报,2000,14(3):71-74
- [14] 郭相平,康绍忠. 调亏灌溉——节水灌溉的新思路[J]. 西北水资源与水工程,1998,9(4):35-40
- [15] 张喜英,裴冬,由懋正. 太行山前平原冬小麦优化灌溉制度的研究[J]. 水利学报,2001(1):90-95
- [16] Hu J C,Cao W X,Zhang J B, et al. Quantifying responses of winter wheat physiological processes to soil water stress for use in growth simulation modeling[J]. Pedosphere,2004,14(4):509-518
- [17] 张玉龙,张继宁,黄毅,等. 塑料大棚番茄栽培不同渗灌量对耕层土壤性质的影响[J]. 农业工程学报,2004,20(2):105-108
- [18] 张宪法,于贤昌,张振贤. 土壤水分对温室黄瓜结果期生长与生理特性的影响[J]. 园艺学报,2002,29(4):343-347