

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*

陈新明^{1,2} 蔡焕杰^{1†} 单志杰¹ 赵伟霞¹

(1 西北农林科技大学, 陕西杨凌 712100)

(2 塔里木大学, 新疆阿拉尔 843300)

摘要 根区局部控水无压地下灌溉技术(简称无压灌溉)是把带有出水器的毛管埋在作物根区,利用土壤吸力对作物进行“主动灌溉”,满足生育期需水要求。其适宜压力变化范围-4~8 cm,埋深10~30 cm,出水器孔径3~8 mm。通过2 a的温室大棚种植黄瓜、番茄,采用无压灌溉和沟灌对比试验,研究了黄瓜、番茄生育期内根区土壤水分运动和变化规律、作物耗水量及其规律、作物产量和水分生产率关系以及不同灌溉方式对作物品质影响的机理。研究表明无压灌溉改善了设施内作物的生存环境,为作物根系提供了充足的氧气,使根系与大气很好地进行能量交换,让根系生存在一个更加适宜的环境中,从而影响光合同化产物向不同组织器官的分配,调节了作物的生长发育,改善产品品质。与沟灌相比,无压灌溉并不降低作物产量,且能够提高作物水分利用率和水分生产率,使黄瓜、番茄的维生素C、可溶性糖、总糖和无机磷含量明显提高,具有以水调质功效。

关键词 无压灌溉; 土壤水分; 品质影响; 黄瓜; 番茄

中图分类号 S275.4 文献标识码 A

我国设施农业发展很快,面积居世界首位,但单位面积产量仅为世界先进国家产量水平的1/3^[1]。灌水技术落后,设施内植物生长环境差是造成产量低、品质差的一个重要原因。设施农业中作物的品质对于其商品价值有很大的影响。水分是决定作物生长发育的主要因子之一,水分不足对作物生长发育有关的许多生理生化过程都有影响,进而影响作物的最终产量和品质^[2]。Borelli^[3]、Yohannes 等^[4]、Ayars 等^[5]的研究认为,在温室内采用滴灌不仅能提高作物产量,而且能明显改善果实品质。同时研究表明,水分胁迫并非完全是负效应,在作物生长发育的某些阶段主动施加一定的水分胁迫,即人为地让作物经受过度的缺水锻炼,使光合同化产物向不同组织器官分配,改善作物品质,达到在不影响作物产量的条件下提高水分利用效率的目的^[6]。据澳大利亚的有关研究结果^[5],在桃树营养生长季节,仅维持较低水平的土水势,而在果实膨大期实行频繁的灌水,结果节约了大量的用水量,也改善了水果的品质。黄瓜和番茄是喜湿作物,需水量较大,与其他农

作物相比,对水分的反应尤为敏感,其生育期灌水较为频繁,灌水及时与否对产量有明显影响,但灌水多少对病虫害的滋生和改善其品质也有一定的影响。Baselga 研究表明灌水增加了产量却降低了番茄果实内糖、有机酸等可溶性含量^[7]。在温室内采用先进的灌水技术,不仅能提高土壤水、肥、气、热等条件的利用水平,而且能有效降低温室内的空气湿度,利于作物的生长^[8]。本研究的目的是寻求温室内满足番茄、黄瓜灌溉质量的无压灌溉技术指标,探讨该技术对作物产量和品质的影响关系。

1 试验方法

2004年3月~2005年5月在陕西省关中中部的杨凌进行了春季和秋季两茬黄瓜、番茄温室大棚试验。温室为4栋,长25 m,宽7 m,土壤为土,其中粒径0.05~1.00 mm的砂粒占质量比的26%,粒径0.05~0.005 mm的粉砂颗粒占质量比的33%,粒径≤0.005 mm的粘粒占质量比的41%。试验前土壤耕作

* 国家自然科学基金(50479051)、西北农林科技大学校基金(05ZR041)和农业科技成果转化资金(04EFN217100395)共同资助

† 通讯作者: 蔡焕杰(1962~),男,教授,主要从事农业节水和水资源高效利用方面的研究。E-mail: hcai@pub.xiaonline.com

作者简介: 陈新明(1968~),男,副教授,从事节水灌溉技术和作物灌溉制度研究。E-mail: cxm84989261@qianlong.com

收稿日期: 2005-04-18; 收到修改稿日期: 2005-09-23

层的有机质含量为 14.5 g kg^{-1} , N 为 1.022 g kg^{-1} , P 为 1.122 g kg^{-1} , K 为 20.34 g kg^{-1} 。1 m 内土壤平均容重为 1.39 g cm^{-3} , 田间最大持水量 24%, 地下水埋深约 20 m。种植作物为黄瓜和番茄, 在温室内南北向做垄, 垄宽 70 cm, 高 15 cm, 长度与棚跨度相等, 垄顶做成平顶, 垄与垄间距 40 cm。作物采用宽窄行, 宽行 70 cm, 窄行 40 cm, 株距 33 cm, 移植在垄的两侧。黄瓜和番茄分别于 2004 年 3 月 3 日和 2004 年 9 月 2 日移栽, 移栽后统一采用沟灌定苗, 10 d 后覆塑料膜。黄瓜和番茄生育期内除灌水方式和灌水量不同外, 其他田间管理措施相同。每行作物布设 1 条输水毛管, 毛管为 $\phi 16 \text{ mm}$ PE 管, 出水孔径为 6 mm, 孔口间距 40 cm, 埋深 15 cm。孔口用 2 mm 厚的无纺布包裹, 孔口供水压力为 4 cm (即毛管入口高度高于毛管的埋深 4 cm)。供水容器为 215 L 的铁桶, 根据马氏瓶原理设计, 以确保供水压力恒定, 顶部设置有可启闭密封盖的进水口, 底部有出水口、压力平衡口和玻璃水位计, 出水口与输水毛管连接。

土壤含水率采用 Diviner 2000 土壤水分仪测定, 并用烘干法修正。无压灌溉的土壤水分监测深度为 60 cm, 沟灌监测深度为 90 cm, 每次灌水前后及作物生育期每 3~4 d 测定一次; 采用水量平衡法计算作物耗水量 (蒸腾蒸发量); 测定黄瓜和番茄的维生素 C、可溶性总糖及无机磷含量等主要成分; 观测作物生育期灌水量、打药次数; 试验结束时测作物根系分布状况和根冠比, 作物种植前收获后测定土壤养分肥力。

2 结果与分析

作物品质与作物品种、施肥、气候、水分生长环境等多种因素有关, 但水分是决定作物生长发育的主要因子之一。因为, 它参与作物生长发育的每一个环节, 影响作物生长发育的许多生理生化过程, 进而影响作物的最终产量和品质。

2.1 根区土壤水分变化规律

无压灌溉是局部点源灌溉, 以土壤吸力和作物蒸腾拉力为动力, 是局部湿润作物根区。本试验作物生育期耗水量不受降雨影响, 地下水位埋深在 20 m 以下, 因此, 不考虑地下水的补给影响, 作物根区土壤水分差异是由灌溉方式和作物根系对水分吸收能力不同而引起的。为了能够清楚地反映两种灌水方法对作物根区不同深度水分的影响, 将 2004 年和 2005 年作物根区 10 cm、20~40 cm、10~60 cm 和 10~90 cm 不同深度生育期水分变化曲线绘出如图 1 和图 2。图 3 为灌水前后根区 15 cm 深度土壤水分变化。可以看出: (1) 作物生育期内, 无压灌溉 0~60 cm 深度的土壤含水率以 0~30 cm 最为活跃, 其中 10~20 cm 变幅最大, 40~60 cm 变幅小 (在 5% 左右); 而沟灌 0~90 cm 深度的土壤含水率以 0~50 cm 变幅最大, 且越接近表层变幅越明显, 60~90 cm 深度水分变化不明显。(2) 无压灌溉灌水频繁, 次灌水量小, 而沟灌次灌水量大, 灌水周期较长, 因此, 灌水前后, 沟灌 20~40 cm 土壤水分要比无压灌溉的

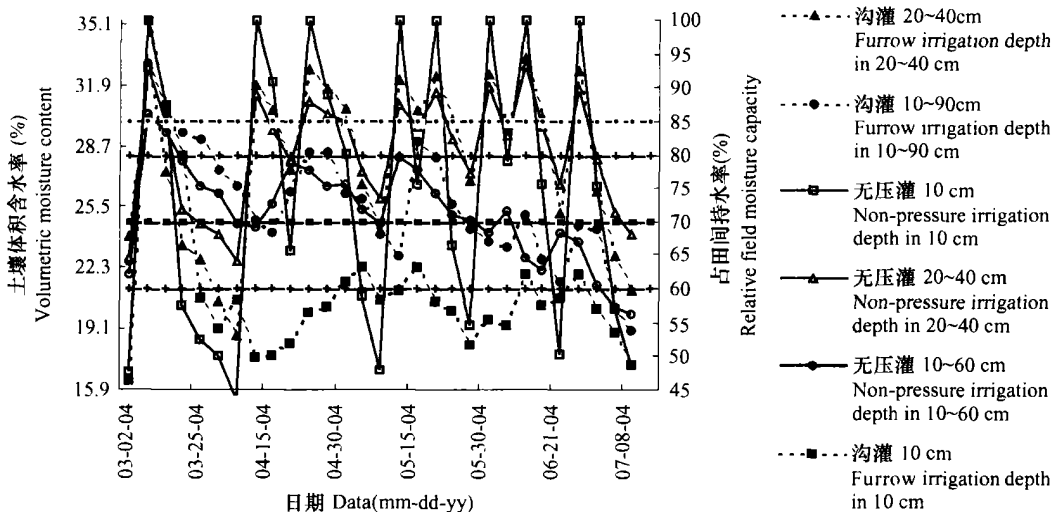


图 1 2004 年番茄生育期土壤含水率

Fig 1 Soil moisture content during the growing period of tomato in 2004

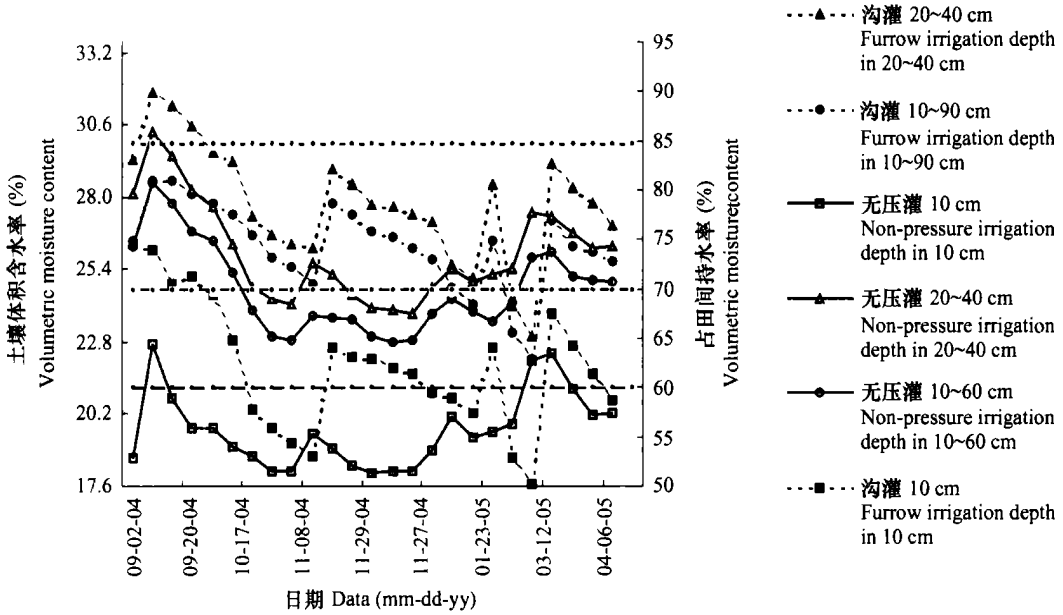


图 2 2005 年番茄生育期土壤的含水率

Fig 2 Soil moisture content during the growing period of tomato in 2005

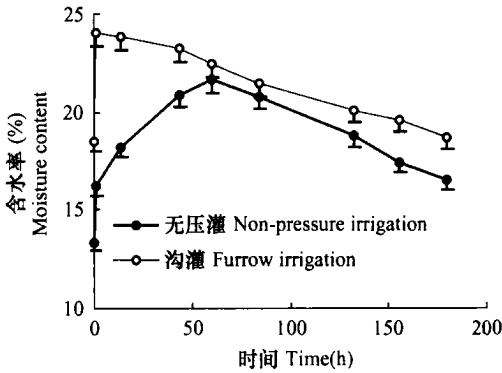


图 3 番茄灌水前后土壤含水率变化曲线

Fig 3 Soil moisture content curve triggered by irrigation on tomato in 2005

变化大。无压灌溉变化差值最大不超过 10%，一般都在 4% 左右。20~ 40 cm 土壤含水率占田间持水率的 55%~ 88.7%。沟灌土壤 20~ 40 cm 的水分出现陡涨、陡落，变化差值可达 15%~ 28%，20~ 40 cm 含水率可达田间持水率的 80%~ 100%。(3) 沟灌灌水时间短，灌水量大，灌水后根区水分一直处于消退降低过程。水分运动有 3 个方向：一部分水分向深层渗漏，成为无效水；一部分被作物吸收，向根系运动；一部分由于土壤表层蒸发向上运动。无压灌溉灌水时间长，灌水过程中根区水分缓慢增大，灌水结束后，根区水分干湿交错，在土壤水势梯度下，水分进行再分布，但总趋势仍是离孔口越远水分越小。

从水分去向分析，灌水开始，孔口出水量远大于根系吸水量，一部分水量被根系吸收，大部分被周围土壤吸收，即水分主要运动表现为孔口向远处发散运动。灌水结束，没有水源的水分补给，水分发散减弱，在作物根系吸水作用下，孔口周围土壤水分运动又表现为由远处向孔口内侧运动。(4) 沟灌作物根区土壤含水率高，易造成根系缺氧，出现“死根”、“烂根”，不利于根系生长；无压灌溉由于根区干湿交错，土壤水分适宜，通透性好，根系发育强大。根据试验统计，无压灌溉黄瓜全生育期，喷药 3 次，沟灌为 4 次；无压灌溉番茄喷药 9 次，沟灌为 13 次。这说明无压灌溉降低了设施内湿度，改善了设施内环境，增强根系发育，减少了作物病虫害滋生。

2.2 作物耗水量与耗水规律

作物生育期内的实际需水量应为考虑土壤水和地下水补给作用的作物耗水量(蒸发蒸腾量 E_T)。该试验过程在温室大棚内进行，无降雨量和地下水补给量，灌溉不会产生深层渗漏量，因此，根据水量平衡方程可简化得到作物耗水量 E_T 为：

$$E_T = I - \Delta W \quad (1)$$

表 1 为黄瓜和番茄耗水量 E_T 值，图 4 和图 5 为生育期耗水量变化曲线。(1) 在苗期和现蕾开花期(4 月 23 日前)，黄瓜和番茄耗水量较少，以裸间蒸发为主，而且无压灌溉和沟灌的作物耗水量很相近。到生长旺季的开花座果期，作物叶面蒸发量增大，耗

表 1 黄瓜、番茄不同灌溉方式下的灌水量、土壤储水量和耗水量值

Table 1 Irrigation rate and soil water storage capacity and water consumption of tomato and cucumber under different patterns of irrigation

作物 Crop	灌溉方式 Irrigation mode	灌水量 Irrigation water (mm)	储水量变化值 Variety value of soil storage capacity (mm)	耗水量 Water requirements (mm)
黄瓜 Cucumber	无压灌溉 Non-pressure sub-irrigation	83 1a	- 10.5a	93 6a
	沟灌 Furrow irrigation	123 0b	15.3b	107.7b
番茄 Tomato	无压灌溉 Non-pressure sub-irrigation	88 4a	- 12.3a	100.7a
	沟灌 Furrow irrigation	128 0b	10.8a	117.2b

注: 不同小写字母表示 $\alpha = 0.05$ 显著性差异, 相同字母表示无差异, 大写字母表示 $\alpha = 0.01$ 显著性差异。下表同 Note: Means in the same row followed with different lowercase letters show significant difference in DSL ($\alpha = 0.05$), and means in the same line with different uppercase letters show significant difference in DSL ($\alpha = 0.01$). The same in the following tables

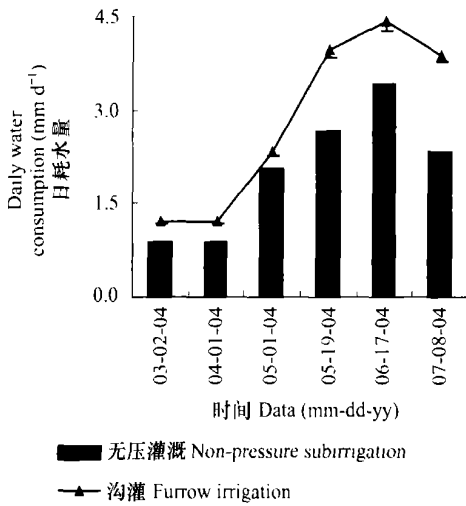


图 4 2004 年番茄日耗水量变化曲线

Fig. 4 Day water consumption Curve of tomato in 2004

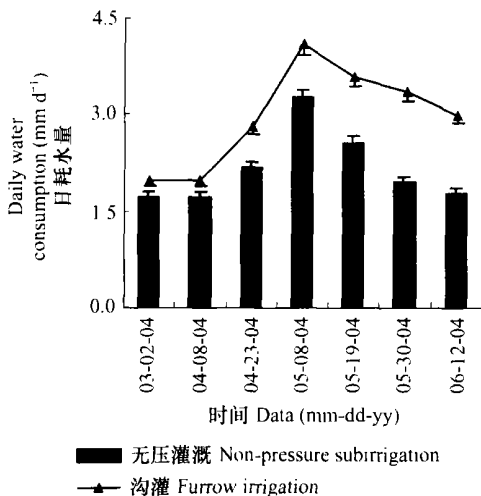


图 5 2004 年黄瓜日耗水量变化曲线

Fig. 5 Day water consumption Curve of cucumber in 2004

水量随之增大, 供水引起了作物耗水量的差异。沟灌作物耗水量明显大于无压灌溉的。沟灌灌水量大, 大部分灌水被作物消耗, 小部分灌水向深层渗漏, 成为无效水分。无压灌溉的灌水量位于作物根区, 基本全部用于作物耗水。(2) 无压灌溉是在作物根区进行的限水灌溉, 在作物生育期, 通过改变孔口出水量控制作物不同生育的耗水量大小, 从而实现限水和胁迫灌溉。无压灌溉条件下作物灌水量和耗水量明显小于沟灌的, 黄瓜无压灌溉与沟灌相比, 灌水量减少了 32.4%, 耗水量减少了 13.1%, 番茄灌水量减少了 30.9%, 耗水量减少了 14.1%。(3) 无压灌溉使作物充分利用根区土壤储水量, 特别是利用了 0~30 cm 土壤储水量, 节约了灌溉水量, 提高了水分利用率。

2.3 作物产量和水分生产率规律

作物产量和水分生产率是进行合理灌溉的基础。表 2 是不同灌溉方式下作物产量和耗水量, 可以看出不同处理的耗水量不同、作物生物产量、水分生产率也不同。无压灌溉与沟灌相比, 黄瓜和番茄产量都有所提高, 黄瓜产量提高 3.6%, 番茄提高了 9.2%, 无显著性差异; 与水分生产率相比, 采用无压灌溉黄瓜的水分生产率比沟灌的提高了 19.3%, 番茄的提高了 27.8%, 呈极显著性差异。这说明无压灌溉不降低作物产量, 且略有提高, 但能够明显提高作物水分生产率。

2.4 水分对作物根系发育影响

供水方式的改变, 能够使作物的根系分布、气孔开闭、水分分布和生长发育更加和谐, 从而提高蒸腾效率和光合产物的积累。根系在土壤中的分布发育状况与根系吸水活力、水分从根到叶片的传输阻力有关, 并影响到作物对土壤水分利用效率, 特别是根

系在土壤表面的分布,影响到根系吸水与土壤蒸发失水的竞争。根据作物器官功能平衡理论^[9,10],不良水分条件下光合产物在作物中的分配比例发生明显变化。土壤水分亏缺将刺激根系生长,而土壤水分过多,则影响呼吸进而使生长受阻。通过对黄瓜、番茄的根系长度、根须个数、蔓长和根冠比等参数进行了测试分析(见表3),可以看出无压灌溉根系层土壤水分适宜,其番茄的根须数远远小于沟灌的根须数,2004年前者根须数为后者的86.1%,2005年前者根须数为后者的66.1%;根系层分布深度沟灌比无压灌溉的要深,沟灌作物根系主要分布在3~

30 cm,主根向下伸展生长,而无压灌溉作物根系分布在6~20 cm,主根在18~25 cm向水平方向生长,同时主根长度明显比沟灌的长;无压灌溉作物的根冠比大于沟灌的根冠比,但二者产量相当,2年试验产量结果无压灌溉的都有所增加。以上分析表明在作物根区进行无压灌溉,能够调控根系生长发育,降低无效根的生长、减小根系“拥挤”现象^[11],提高了土壤通气透水性,从而调控作物养分和水分的合理分配,使作物生育期内干物质积累重新分配,得到最大发挥,最终实现产量最大。

表2 不同灌溉方式番茄、黄瓜产量与水分生产率

Table 2 Yield and water use efficiency of tomato and cucumber under different patterns of irrigation

作物 Crop	灌溉方式 Irrigation mode	产量 Yield (kg hm ⁻²)	灌水量 Irrigation water (mm)	水分生产率 Water use productivity (kg m ⁻³)
黄瓜 Cucumber	无压灌溉 Non-pressure sub-irrigation	794 a	5 376 a	22.3 A
	沟灌 Furrow irrigation	766 a	6 186 b	18.7 B
番茄 Tomato	无压灌溉 Non-pressure sub-irrigation	971 a	5 784 a	25.3 A
	沟灌 Furrow irrigation	886 a	6 731 b	19.8 B

表3 作物根系分布状况

Table 3 Crop root distribution under different patterns of irrigation

作物 Crop	灌溉方式 Irrigation pattern	主根长 Main root length (cm)	根须数 Root count (个)	总根长 Total root length (cm)	根干重 Dry root weight (kg)	蔓长 Bine length (cm)	蔓重 Bine weight (kg)	根冠比 Root/Top
黄瓜 Cucumber	无压灌 Non-pressure sub-irrigation	35.1a	28A	145.0A	2.56a	303a	43.64a	0.058 7a
	沟灌 Furrow irrigation	23.3b	10B	68.0B	2.74a	225b	49.88a	0.054 9a
番茄 Tomato	无压灌 Non-pressure sub-irrigation	37.2a	230a	242.0a	10.34a	262a	87.60a	0.129 5a
	沟灌 Furrow irrigation	31.4a	267b	228.5a	11.86a	236b	98.20b	0.120 8a

2.5 水分对作物品质的影响

作物品质与作物品种、施肥、气候、水分生长环境等多种因素有关,而水分是实现作物品质改善的媒体和介质。本试验对黄瓜和番茄品质主要检测了维生素C、可溶性糖、总糖和无机磷4项指标,检测结果取均值见表4。检测表明:2004年无压灌溉与沟灌相比,黄瓜维生素C含量提高了75.17%,可溶性糖含量提高了11.1%,无机磷含量提高了24.48%;番茄维生素含量提高了77.12%,可溶性糖含量提高了3.29%,无机磷含量基本持平。经 $t_{0.01}$

显著性检验,两种灌水方法黄瓜和番茄的维生素C、无机磷含量呈显著性差异,黄瓜的可溶性糖、无机磷含量无显著差异。2005年全生育期内无压灌溉番茄维生素含量比沟灌提高了25.8%,可溶性糖含量提高了29.4%,总糖含量提高了38.4%。2年的试验结果一致,也与刘明池^[12]研究结论一致,表明无压灌溉,通过调节作物根区土壤水分,改变了作物根系发育和果实成分积累,达到了以水调质的目的,使作物品质得到了显著改善,具有以水调质功效。

表 4 作物品质分析

Table 4 Crop quality analysis

年份 Year	灌溉方式 Irrigation pattern	维生素 C Content of Vitamin C (g kg ⁻¹)	可溶性总糖 Content of soluble sugar (g kg ⁻¹)	总糖 Content of total sugar (g kg ⁻¹)	无机磷 Inorganic phosphorus (g kg ⁻¹)
2004	黄瓜无压灌溉 Cucumber of non-pressure sub-irrigation	0.118A	25.8a	—	2.692a
2004	黄瓜沟灌 Cucumber of furrow irrigation	0.066B	23.2a	—	2.163b
2004	番茄无压灌溉 Tomato of non-pressure sub-irrigation	0.142A	68.2a	—	1.302a
2004	番茄沟灌 Tomato of furrow irrigation	0.080B	66.0a	—	1.320a
2005	番茄无压灌溉 Tomato of non-pressure sub-irrigation	0.278A	36.1a	63.6A	—
2005	番茄沟灌 Tomato of furrow irrigation	0.220B	27.9b	45.6B	—

3 结 论

无压灌溉是带有出水器的毛管埋在作物根区, 利用土壤吸力对作物进行“主动灌溉”, 适宜压力变化范围 4~ 8 cm, 埋深 10~ 30 cm, 出水器孔径 3~ 8 mm^[2]。

1) 供水压力为 4 cm 时, 无压地下灌溉能够满足黄瓜、番茄需水量要求。土壤水分主要集中在作物根层 20~ 40 cm, 并充分利用作物根区土壤储水量, 降低了灌溉水量和耗水量, 最大可能减少了裸间蒸发和深层渗漏, 与沟灌相比节约灌溉水量 30% 以上; 该技术并不降低番茄和黄瓜产量, 但能够明显提高灌溉水利用率和水分生产率。

2) 无压灌溉降低了温室设施内的湿度, 提高了地温, 改善了作物生存环境, 为根系提供了充足的氧气, 使根系与大气很好地进行热量交换, 生存在一个适宜的环境中, 从而影响光合同化产物向不同组织器官的分配, 改善了作物品质。该技术在温室大棚应用表明, 与沟灌相比, 不降低作物产量, 其果实中的维生素 C、可溶性糖、无机磷含量明显提高。也就是说无压灌溉做到了既保证番茄、黄瓜的产量又兼顾其果实品质。

参 考 文 献

[1] 程冬玲, 邹志荣. 高效设施农业中的水分调控与节水灌溉技术. 西北农林科技大学学报, 2001(1): 122~ 125. Cheng D L, Zou Z R. Moisture regulation and control and water saving irrigation

technique in high benefit installation agriculture (In Chinese). Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, 2001(1): 122~ 125

- [2] 陈新明, 蔡焕杰, 王战兵, 等. 无压根区地下灌溉技术试验研究. 农业工程学报, 2004(1): 76~ 79. Chen X M, Cai H J, Wang Z B, *et al.* Experiment of non-pressure subsurface drip irrigation (In Chinese). Transactions of Chinese Society of Agricultural Engineering, 2004(1): 76~ 79
- [3] Borelli Z. Effect of different irrigation methods and levels on greenhouse muskmelon. Acta Horticulturae, 1977, 58: 129~ 135
- [4] Yohannes F, Tadesse T. Effect of drip and furrow irrigation and plant spacing on yield of tomato at Dawa Ethiopia. Agricultural Water Management, 1998, 35(3): 201~ 207
- [5] Ayars J E, Phene C J, Hutnacher R B, *et al.* Subsurface drip irrigation of row crop: A review of 15 years of research at water management research laboratory. Agricultural Water Management, 1999, 42(1): 1~ 27
- [6] 李韵珠, 胡克林. 蒸发条件下粘土层对土壤水和溶质运移影响的模拟. 土壤学报, 2004, 41(4): 493~ 502. Li Y Z, Hu K L. Simulation for the effect of clay layer on the transport of soil water slutes under evaporation (In Chinese). Acta Pedologica Sinica, 2004, 41(4): 493~ 502
- [7] Basalge Y J J. Response of processing tomato to three different levels of water and nitrogen applications. Acta Hort., 1993, 335: 149~ 153
- [8] 李光永, 郑耀泉. 埋点源非饱和土壤水运动的数值模拟. 水利学报, 1996(11): 47~ 51, 56. Li G Y, Zhen Y Q. The mathematical model and experiment of water movement from a buried trickle source (In Chinese). Journal of Hydraulic Engineering, 1996(11): 47~ 51, 56
- [9] Turner N C. Further progress in crop water relation. Advances in Agronomy, 1997, 58: 293~ 338
- [10] Tian G M, Wang F E, Chen Y X, *et al.* Effect of different vegetation systems on soil erosion and soil nutrients in red soil region of

- southeastern China. *Pedosphere*, 2002, 13(2): 121~ 128
- [11] 曾向辉, 王慧峰, 戴建平, 等. 温室西红柿滴灌灌水制度试验研究. *灌溉排水*, 1999, 18(4): 23~ 26. Zeng X H, Wang H F, Dai J P, *et al.* Study on irrigation regime for tomato under trickle irrigation in greenhouse (In Chinese). *Journal of Irrigation and Drainage*, 1999, 18(4): 23~ 26
- [12] 刘明池, 陈殿奎. 亏缺灌溉对樱桃番茄产量和品质的影响. *中国蔬菜*, 2002(6): 4~ 6. Liu M C, Chen D K. Effect of deficit irrigation on yield and quality of cherry tomato (In Chinese). *China Vegetables*, 2002(6): 4~ 6
- [13] 雷志栋, 杨诗秀, 谢森传. 土壤水动力学. 北京: 清华大学出版社, 1988. Lei Z D, Yang S X, Xie S C. *Dynamics of Soil Water* (In Chinese). Beijing: Tsinghua University Press, 1988
- [14] 邵明安, 王全九, Horton R. 推求土壤水分运动参数的简单入渗法 I. 理论分析. *土壤学报*, 2000, 37(1): 1~ 8. Shao M A, Wang Q J, Horton R. An infiltration method for estimating soil hydraulic properties I. Theoretical analysis (In Chinese). *Acta Pedologica Sinica*, 2000, 37(1): 1~ 8

YIELD AND QUALITY OF TOMATO AND CUCUMBER UNDER NON-PRESSURE SUBSURFACE DRIP IRRIGATION AT CROP ROOT ZONE

Chen Xinming^{1,2} Cai Huanjie^{1†} Shan Zhijie¹ Zhao Weixia¹

(1 Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

(2 Taim University, Alar, Xinjiang 843300, China)

Abstract Non-pressure Subsurface Drip Irrigation at Crop Root Zone (shortened as Non-pressure Irrigation), is a method of local water control irrigation, having pipes with fine apertures buried at the crop root zones. Water oozing out through the apertures under the suction of soil irrigates the crop and satisfies its need during growth. Optimal parameters of the system are 4 to 8 cm in pressure, 10 to 30 cm in depth of buried pipe, and 3 to 8 mm in diameter of the aperture. Comparison between non-pressure irrigation and furrow irrigation was carried out to study their effects on movement and variation of soil water, evapotranspiration, relationship between crop yield and water productivity and mechanism of effect of irrigation pattern on quality of tomato and cucumber in greenhouse in 2004 and 2005. The results show that non-pressure irrigation improved living conditions of the crops, and left enough oxygen in the root zone so that quality of the crops was raised due to improved distribution of photosynthetic assimilates to different organs. Compared with furrow irrigation, non-pressure irrigation did not decrease crop yield, but improved water availability and productivity, and in turn significantly raised contents of vitamin C, soluble sugar, total sugar and inorganic phosphorus, demonstrating its function of adjusting quality with water.

Key words Non-pressure sub-irrigation; Soil water content; Quality effect; Tomato; Cucumber