

高效设施农业中的水分调控与节水灌溉技术

程冬玲¹, 邹志荣²

(1 西北农林科技大学 水建学院; 2 园艺学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 阐述了高效设施农业的效益和存在的问题以及其中的水分环境调控要求和措施。认为设施农业中节水灌溉技术的选择应以水分环境调控要求为依据。并简介了当前我国高效设施农业中应合理选用的节水灌溉技术形式。

[关键词] 高效设施农业; 水分调控; 节水灌溉技术

[中图分类号] S275

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-2782(2001)01-0122-04

我国设施农业起步较晚,但发展较快。据统计,至1999年全国设施农业面积已发展到139.6万 hm^2 ^[1],大都集中在鲁、辽、冀、豫、甘和京、津、沪等省区。一批设施农业新结构、新设备和新技术正在推广应用,设施农业已显示出“两高一优”的优势。在21世纪之初,设施农业在开发大西北,建设山川秀美的新西北中将发挥重要作用,将在农业结构调整和可持续农业发展战略上占据重要地位。

我国设施农业面积虽居世界首位,但产量仅为世界先进水平的1/3^[1,2]。究其原因,除设施结构较简陋,内部调控设备和功能不齐全、不完善,以及总体规划不尽合理和综合配套栽培技术水平低等原因外^[1,3~6],更重要的是设施内的灌溉技术落后,严重影响设施内的环境状况,使其未能充分发挥节水增产的巨大作用^[2,3~7]。同时,也对设施内灌溉技术的选用应以调控设施内的水分环境为重要依据认识不足,研究不够。为此,笔者结合陕西省科委星火计划项目,重点讨论设施农业中节水灌溉技术选择的依据,并简介设施内种植的蔬菜和花卉应选用的节水灌溉技术形式。

1 高效设施农业效益显著

高效设施农业是利用温室、大棚、厂房、畜舍、贮藏库等结构和环境调控设备,人为创造适宜动植物生长发育与再生产环境的系统工程。当前,国内外大力发展高效设施农业已成为振兴地方经济,提高农业生产率 and 产品品质的重要措施。

实践证明^[1,8~11],温室、大棚蔬菜每公顷年产值超过10万元,大棚果树年产值达30~45万元/ hm^2 ,经济效益十分显著。高效设施农业不仅提高了产量,而且增加了农民收入,使许多贫困地区农民脱贫致富,还涌现了一批富裕农村,促进了农村经济的发展,具有十分明显的社会效益。

高效设施农业从根本上改变了传统的耕作方式,同时也促使农业种植结构发生变革,并可促进农业生产现代化、管理科学化和集约化。高效设施农业需要高科技含量,为进一步实现农业生产工厂化奠定了基础。特别是对扩大节水灌溉设备、材料和技术的需求,带动节水灌溉设备产业化具有战略意义。因此,它还具有独特的科学技术效益。

2 水分调控对高效设施农业的影响

设施内的水分调控是对设施内的环境水分状况和土壤水分状况进行合理有效的调节和控制。其评价指标有空气相对湿度和土壤湿度。因此,调控设施内的水分,就是要调控设施内的空气湿度和土壤湿度。

2.1 设施内水分状况必须满足的基本要求

为充分发挥农业设施“两高一优”效果,设施内的水分调控必须满足下述要求: (1) 必须依植物种类、品种和各生育时期对设施内空气湿度和土壤湿度的要求进行适时、适量的调节控制; (2) 调控技术要简单,方便操作; (3) 调控装置和量测仪表等应价廉、质优,符合精度要求,便于维护和管理。

[收稿日期] 2000-05-19

[基金项目] 陕西省科委星火计划资助项目(99K04-G7)

[作者简介] 程冬玲(1972-),女,陕西咸阳人,在读硕士,主要从事农业水利经济与节水灌溉技术方面的研究。

2.2 设施内空气相对湿度的调控

设施内空气湿度都较高,特别是在冬季不通风时,一般常在 80%~90% 或更高,夜间可达 100%^[8~11]。实践证明,设施内空气湿度过高,不仅会造成植物生理失调,也易引起病虫害的发生^[5~6, 8~11]。影响设施内空气湿度的主要因素有设施的结构和材料、设施的密闭性和外界气候条件、灌溉技术措施等,其中灌溉技术措施是主要影响因素。

据文献报道^[8~18],各种蔬菜对设施内空气湿度的要求是不相同的。其中,黄瓜和芹菜要求空气湿度较高,达 90% 左右;番茄、辣椒、西葫芦和豆类等要求空气湿度 70% 左右;西瓜、甜瓜等只需要 50% 就已足够。设施内果菜类要求的空气湿度大致为 50%~90%,最适宜的空气湿度为 60%~70%。

不同种类花卉对设施内空气湿度的要求也不一样。其中,原产南方的花卉移植北方后,必须提高设施内的空气湿度,以防叶片因干燥而表面粗糙,失去光泽,甚至焦边、黄枯。花卉在其生长发育的各个时期对空气湿度的要求也有差异。一般在扦插、嫁接或分株繁殖时,需 80% 以上的空气湿度才能防止凋萎,提高成活率。花卉在冬季养护阶段,设施内空气湿度不宜过高,以防徒长和病虫害^[19~21]。

设施内空气湿度过高时,主要采用通风换气、加湿和固体材料强制吸湿以及地膜覆盖、覆草和控制灌水等措施降低空气湿度。增加设施内空气湿度的措施主要是灌水,简陋设施可采用洒水洒水,近年来设施农业发展实践证明^[4, 5, 13, 15~18],对于集约化程度高的大规模设施农业大都采用现代化微灌技术。

2.3 设施内土壤湿度的调控

设施内环境处于半封闭或全封闭状态,空间较小,气流稳定,又隔断了天然降水对土壤水分的补充。因此,设施内土壤表层水分欠缺时,只能由深层土壤通过毛细管上升水补充,或进行灌水弥补。

蔬菜和花卉都是需水较多的植物,比一般农作物对水分的反应更敏感。但不同种类的蔬菜和花卉以及其各生育时期的需水要求并不相同,这主要取决于其地下部分对土壤水分的吸收能力和地上部分对水分的消耗量。同一种蔬菜和花卉的不同生育时期对土壤水分的要求也不一样。

蔬菜幼苗期组织柔嫩,对土壤水分要求较严格,如黄瓜幼苗期土壤过湿,容易徒长;土壤缺水,幼苗组织木栓化,形成老化苗。一般果菜类从定植到开花结果,土壤湿度应低,以免茎叶徒长。但开花和采收期,如土壤水分不足,会抑制子房发育,导致落花和

畸形果。因此,开花、结果和采收期土壤湿度应均匀适宜;时干时湿,会使蔬菜品质及等级下降。如黄瓜开花后水分供应不及时,授粉不良,以后虽补足土壤水分,但容易出现尖嘴瓜;若果实发育前期缺水,中期充足,后期又缺水,则易形成大肚瓜;若果实中期严重缺水,前、后期充足,就易形成细腰瓜。据试验^[8~11, 13, 15~18],黄瓜进入果实膨大期,每株每天吸水量可达 1.5~2.0 kg,结果旺期更多。番茄开花后果实膨大,每株每天吸水量也在 1 kg 以上,晴天可达 2 kg 以上。总之,蔬菜任何时期缺水都会影响其正常生长,轻者纤维增多,苦味增加,重者细胞死亡、植物枯死。但连续一段时间土壤湿度过大,超过了其生育期的耐渍能力和耐淹能力,也会造成产量下降,营养含量减少,香味不浓,品质降低,收获后易腐烂,不耐贮藏等。

花卉除水生的需在水层中生长外,水仙、马蹄莲、蕨类、龟背竹、旱伞草、海芋、竹节万年青、何氏凤仙和鸭跖草等湿生花卉,需在十分潮湿的环境中生长,因此土壤湿度应经常保持饱和状态。中生花卉,一般要求土壤较潮湿且排水良好,过干和过湿对其生长都不利,其中,桂花、白玉兰、海棠花、石榴、月季、米兰和扶桑等较耐旱,而腊梅、夹竹桃、迎春花等较耐湿,一般应保持土壤容积含水量 600 g/kg 较适宜。对于仙人掌类、景天、龙舌兰、石莲花、虎刺梅等旱生花卉,一般都耐旱怕涝,要求土壤湿度非常低,应宁干勿湿^[19~21]。

应特别指出的是,设施内土壤湿度的变化不仅影响环境的温度和空气湿度,也会影响土壤的通气、养分和温热状况。因此,调控设施内土壤水分状况是保证设施环境有利于植物生长发育的关键技术和重要手段。调控设施内土壤水分状况的主要技术措施是灌溉和排水,应根据设施内不同植物、不同生育时期的需水特性及植物体内的水分状况和设施内环境条件合理确定灌、排时间和灌、排水量。

3 对高效农业设施中水分环境的调控

由于设施内的特殊环境,以及种植在设施内的蔬菜、花卉、苗木等对环境水分条件的要求与大田作物、露地蔬菜和果树等完全不同,因此与其相适应采用的灌溉技术也有差别。但是,无论选用何种灌溉技术都必须以有利于设施内植物,为设施内植物创造良好的水分环境为重要依据。

3.1 对设施内灌溉技术的基本要求

为有效调控设施内的水分环境,设施内采用的

灌溉技术必须满足下述基本要求^[22~26]: (1) 依植物需水要求, 遵循灌溉制度, 按计划灌水定额实施适时适量灌水; (2) 田间水有效利用率高, 一般不低于 0.90; 灌溉水有效利用率滴灌不低于 0.90, 微、喷灌不低于 0.85; (3) 保证获得高效、优质、高产和稳产; (4) 灌水劳动生产率高, 灌水用工少; (5) 灌水简单经济, 易于操作, 便于推广; (6) 灌溉系统和装置投资小, 管理运行费用低。

3.2 灌溉技术的合理选择

长期以来, 设施内大多采用传统的沟、畦等地面灌水技术。常规地面灌水虽不需要专用设备, 投资小, 运行费用低, 对灌水技术要求不高, 也很容易掌握, 但田间灌水有效利用率低, 容易产生渗漏损失, 对土地平整要求高, 特别是不能依作物需水量要求适时适量地提供灌溉水量。因此, 近年来设施内普遍推广各种节水灌溉新技术。

通过近年来设施农业建设实践, 笔者认为目前设施内采用的灌溉新技术应以微灌技术为主, 选用滴灌技术和微喷灌技术, 以及由其派生出的一些现代化、自动化程度高的灌溉新技术。微灌技术一般一次性投资较高, 但省水、节能、高产效益十分显著, 并可节省打畦、筑埂、开沟和灌水的劳动力, 减轻劳动强度。据文献^[22, 23, 25, 26]报道, 微灌系统全部由管道输配水, 无沿程渗漏和蒸发损失; 微灌属局部灌溉, 一般只湿润植物根部附近土壤, 灌水流量小, 能适时适量依植物生长需要供水, 完全避免地表径流和深层渗漏, 所以一般比地面灌省水 50%~70%, 比喷灌省水 15%~25%。微灌灌水器在低压下运行, 一般工作压力为 50~150 kPa, 比喷灌低, 可节能。微灌灌水均匀度高, 一般可达 80%~90%, 又可结合灌水施肥或施农药, 还可调节植株间的温度和湿度, 因而可实现高产稳产, 提高产品质量, 一般微灌比其他

灌水方法增产 30%~50%。

据各地示范推广中应用的实践经验^[9, 10, 12, 15~18], 目前我国设施内微灌系统主要采用下述几种: (1) 地面上固定式滴灌系统, 其灌水器多采用带有迷宫式消能和抗堵塞长流道的边缝式和贴壁式滴灌带, 其次是有压力补偿和无压力补偿的内镶式滴灌管以及其他纽扣式滴头, 主要适用于蔬菜灌溉。(2) 悬吊式向下喷洒、插管式向上喷洒的固定式或半固定式微喷灌系统, 其灌水器多采用折射式、射流式微喷头, 主要适用于喷洒花卉、苗圃、盆栽和低矮的观赏植物; 设施内也有采用摇臂旋转式小喷头的, 主要喷洒大棚内较高的苗木、果树或要求环境湿度较大的观赏植物或高架植物。大多数蔬菜要求设施内空气湿度不宜过高, 否则会使蔬菜生长受阻, 并易发生病虫害, 因此以选用滴灌技术为最好, 一般不宜采用微喷灌技术。对花卉、苗木、无土栽培植物、盆栽和观赏植物往往需要设施内湿度较高, 则应以选用微喷灌技术为宜。

4 结 论

1) 设施农业在我国虽起步较晚, 但发展较快, 随着我国经济形势和现代化、产业化农业的发展, 设施农业将在西部大开发中发挥重要作用。

2) 调控设施内的水分状况就是要调控其空气相对湿度和土壤湿度, 目前国内这方面的研究尚不充分, 报道也较少。调控设施内的水分状况应依蔬菜、花卉等植物种类、品种的不同及各生育时期对环境水分状况的要求不同, 采取适宜的灌溉或排水技术措施。

3) 设施内蔬菜应主要采用以滴灌带和滴灌管为主要灌水器的滴灌技术和滴灌系统; 而花卉等植物则应主要选用微喷灌技术和微喷灌系统。

[参考文献]

- [1] 邹志荣 大陆设施农业产业化发展现状及其趋势[A]. 见: 海峡两岸农业高新技术产业研讨会论文集[C]. 杨陵: 杨凌示范区管委会, 2000 167- 172
- [2] 马学良, 赵其恒, 田贺红, 等 国内外设施农业节水灌溉设备技术现状与发展[J]. 节水灌溉, 1999, (2): 4- 6
- [3] 张真如 高效节能型日光温室的开发进展及问题讨论[J]. 中国蔬菜, 1999, (5): 1~ 3, 13
- [4] 张福墁 设施园艺工程与我国农业现代化[J]. 农村实用工程技术, 2000, (1): 2- 3
- [5] 李续林, 赵 波 陕西设施农业探讨[J]. 陕西农业, 2000, (3): 4
- [6] 杨家荣, 赵小明 陕西保护地蔬菜存在问题及发展对策[J]. 陕西农业科学, 1999, (6): 33- 34
- [7] 王文元, 董玉云 温室、大棚滴灌系统设计与管理中值得注意的问题[J]. 节水灌溉, 2000, (3): 15- 16
- [8] 邹志荣, 饶景萍, 陈红武 设施园艺学[M]. 西安: 西安地图出版社, 1994
- [9] 苏崇森, 孙廷相, 李 爽, 等 西北蔬菜保护地栽培[M]. 陕西杨陵: 天则出版社, 1989

- [10] 赵鸿钧 塑料大棚园艺[M] 第2版 北京: 科学出版社, 1984
- [11] 北京农业大学 蔬菜栽培学(保护地栽培)[M] 北京: 农业出版社, 1989
- [12] 三原义秋 设施园艺环境控制标准资料[M] 王志刚译 北京: 北京市科技情报所, 1980
- [13] 张 薇, 司徒焘, 王和洲 节水农业的土壤水分调控与标准研究[J] 农业工程学报, 1996, 12(2): 23- 27
- [14] 李建明, 邹志荣, 王晓燕 蔬菜节水灌溉指标的研究现状及存在问题[J] 干旱地区农业研究, 2000, 18(2): 118- 123
- [15] 许贵氏, 姜竣业 塑料大棚黄瓜节水灌溉的研究[J] 农业工程学报, 1990, 6(2): 56- 63
- [16] 于凤颖 塑料大棚中番茄节水灌溉的研究[J] 吉林农业科学, 1996, (2): 10- 16
- [17] 水利部农田灌溉研究所 塑料大棚(温室)灌溉配套技术的研究与应用[J] 节水灌溉技术成果选编 北京: 水利部科教司, 1991, 45
- [18] 山东省水科所 蔬菜微灌试验[J] 节水灌溉技术成果选编 北京: 水利部科教司, 1991, 47
- [19] 袁肇富, 安曼莉 花卉园艺[M] 成都: 四川科学技术出版社, 1988
- [20] 罗中岭 当代温室气候与花卉[M] 北京: 中国农业出版社, 1994
- [21] 韦立三 花卉栽培[M] 北京: 中国农业出版社, 1996
- [22] 郑耀泉, 李光永, 党 平 喷灌与微灌设备[M] 北京: 水利水电出版社, 1998
- [23] 周卫平, 宋广程, 邵 思 微灌工程技术[M] 北京: 水利水电出版社, 1999
- [24] 水利部农村水利司 节水灌溉技术标准选编[M] 北京: 中国水利水电出版社, 1998
- [25] 傅 琳, 董文楚, 郑耀泉, 等 微灌工程技术指南[M] 北京: 水利电力出版社, 1988
- [26] 林性粹 旱区农田节水灌溉技术[M] 北京: 农业出版社, 1991

Moisture regulation and control and water saving irrigation technique in high benefit installation agriculture

CHENG Dong-ling¹, ZOU Zhi-rong²

(1 College of Water Conservancy and Architectural Engineering; 2 College of Horticulture, Northwest Science and
Technology University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract The benefit of high benefit installation agriculture and its problems are discussed. The choice of water saving irrigation technique in the installation agriculture must be on the basis of the moisture of regulation and control. This paper introduces some forms of water saving irrigation technique presently used in China.

Key words high benefit installation; moisture regulation and control; water saving irrigation technique