

渗灌节水技术在保护地蔬菜栽培中的应用研究

张倩¹, 吴殿龙¹, 张丽君²

(1. 沈阳农业大学 土地与环境学院 辽宁 沈阳 110161; 2. 盘锦市兴隆台区国土资源局, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 结合保护地渗灌栽培试验, 介绍了渗灌节水技术在保护地蔬菜栽培中的优势和应用现状, 提出了渗灌技术在保护地应用过程中存在的问题, 并提出了解决当前存在的主要问题及建议。

关键词: 渗灌; 保护地; 节水灌溉; 蔬菜栽培

中图分类号: S 626.07⁺.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)01-0144-03

灌溉是当前获得作物高产的最重要方式之一。在我国, 保护地蔬菜栽培是保证蔬菜供应和农民增收的主要方式, 所以保护地栽培面积逐年增加。在保护地蔬菜栽培中, 灌溉是作物水分的唯一来源, 而土壤水分是土壤肥力因子中最为活跃的因素之一。土壤水分状况不仅直接关系到土壤对作物的水分供应, 还会影响到保护地室内空气的温度和湿度、土壤的肥、气、热及其他物理化学性质, 进而显著影响着作物的生长发育、农产品产量和品质^[1]。而保护地蔬菜生产中不合理的灌溉方法和灌水量也带来了土壤盐渍化等土壤退化问题。

1 渗灌

渗灌又称地下灌溉、土表下滴灌, 是一种新型的灌溉技术。它是通过管路系统及埋设在地表下作物根系主要活动层的渗灌管, 将水缓慢流出, 渗入附近土壤, 再借助毛细管或重力作用将水分扩散到整个根层供作物吸收利用的灌溉技术(杜尧东等, 2000)。传统的丰水高产型灌溉通常是不考虑可利用水资源量的多少, 是以获得单位面积高产为目标。但随着经济的快速发展, 水资源短缺的情况已十分严重, 而全球的气候变化带来的干旱少雨更加剧了水资源的短缺。农业用水占全部用水量的 2/3, 因此, 发展节水型农业势在必行。在采用各种节约用水措施的同时, 不得不从根本上探讨水资源的最合理利用方式, 提高水的利用效率。而渗灌具有其它灌溉方式无可比拟的优点, 与其它生产方式可以显著节水, 有效提高水分利用效率。已有研究结果表明日光温室内, 渗灌、滴灌与沟灌相比在产量相等或略高的前提下可节水 50%~60%, 水的生产效率提高 50%~60%^[2]。

在保护地生产中, 多数保护地至今仍沿用大水漫灌

的灌溉方法, 这样不仅浪费了大量的水资源, 也是土壤产生次生盐渍化的重要原因之一^[3]。这些传统的灌溉方法水资源浪费严重, 并会降低蔬菜产量和品质。因此, 蔬菜栽培生产中急需科学的灌溉方法以提高蔬菜的产量和品质, 提高水分利用效率, 节约水资源。

滴灌、渗灌等灌溉方法不仅能提高作物的产量和品质, 而且可以减轻土壤次生盐渍化、土壤板结、酸化及病虫害等生态问题^[4]。因此, 在保护地生产中已经开展使用。

2 渗灌在保护地蔬菜栽培中的研究进展

2.1 渗灌对保护地土壤性质的影响

ErgIndia M 等(1996)研究在石灰性土壤上蔬菜对地表滴灌和地下滴灌的反应时发现, 地下滴灌和地表滴灌相比, 土壤盐分积累少, 黄瓜、番茄等作物耕层根系密度大, 作物的水分利用效率较高^[5]。胡晓辉等研究表明在渗灌处理与膜下软管滴灌条件下, 均可以降低土壤容重、增加土壤总孔隙度, 改善蔬菜根际环境两种灌溉方式栽培的番茄、黄瓜的根系活力都表现出“低—高一低”的变化趋势, 但渗灌处理的根系活力在整个生长期內好于膜下软管滴灌处理, 因此渗灌处理可以改善或不破坏土壤结构, 促进蔬菜作物的生长, 防止早衰^[6]。Sammis (1979)和 Tollefson (1885)用地下滴灌给棉花灌水证明这种方法比沟灌能显著地降低土壤中的盐分浓度和土壤溶液的 EC 值。杨丽娟等(2000)所做的不同灌水方法的塑料大棚小区试验结果表明, 渗灌区土壤硝酸盐含量大于滴灌、沟灌区, 在同一土壤层次, 随着土壤水分增加土壤硝酸盐含量表现出呈指数函数减少趋势。张玉龙等(2003)在该塑料大棚的连续 3 年栽培试验中也得出, 土壤 0~20 cm 土层内土壤全盐含量以沟灌最高、渗灌次之、滴灌最小, 并且全盐含量呈幂指数形式分布、土壤 pH 则随土层深度增加而直线上升。侯乐等(2004)以番茄为供试作物, 分别用沟灌、滴灌和渗灌 3 种不同灌溉方法对保护地番茄进行灌溉, 研究结果表明: 滴灌与渗灌处理土壤酶活性高于沟灌, 但相差较小。渗灌下番茄的株高、茎粗和产量均优于沟灌^[7]。

第一作者简介: 张倩(1984), 女, 硕士, 研究方向为土壤改良与农业节水。E-mail: zhangqian_1208@163.com。

基金项目: 辽宁省重大农业攻关资助项目(2006215005)。

收稿日期: 2008-10-10

2.2 渗灌对保护地作物生长的影响

采用渗灌进行土壤水分调控有利于促进作物的营养生长,也能促进生殖生长^[8]。苹果树渗灌试验表明,渗灌能使5 cm下的吸收根数量增加,根系分布加深,春梢生长量增大,秋梢生长量减少,叶片增重,叶面积增大。和漫灌相比,花朵坐果率提高5.2%,花序坐果率提高26.8%;1990年和1991年单果重分别增加16.5 g和12.7 g,单株果实分别增加76个和108个(宋开平等,1993)。采用渗灌为旱塬小麦补水,1 hm²灌水量由150 m³、225 m³增至300 m³,小麦单株有效分蘖增加0.3~0.5个,次生根增加0.1~0.8条,穗长增加0.1~0.8 cm,以1 hm²渗水300 m³的变化较为明显(冯永平等,1998)。张松令等(2000)进行的旱地小麦渗灌与覆盖综合试验研究也表明,渗灌比对照在成穗数和穗粒数方面都有极显著的提高。温室采用渗灌技术,黄瓜长势快,见效早,绿色重(张树森等,1994)。田间试验结果表明,在保护地栽培条件下与沟灌相比,渗灌、滴灌有利于番茄植株根系生长发育,提高植株的根冠比,使植株的根系活力增强,从而促进根系对土壤中养分的吸收利用(杨丽娟等,2000)。甄文超(2001)研究北京地区冬小麦采用渗灌后,不仅节水,而且有利于冬小麦地上部分干物质的积累,有利于根系的生长。不同渗灌灌水处理不仅引起土壤水分分布的直接变化,而且会进一步影响诸如土壤温度、通气性及养分的有效性和其它理化性质,因此必然影响着植株根系的生长发育状况(张继宁等,2004;侯乐等,2004;王耀生等,2006)。

2.3 渗灌对保护地作物产量和品质的影响

苹果渗灌1 hm²可增产511 kg,一级果率增加近60%(宋开平等,1993)。渗灌加覆盖技术使苹果在大旱之年增产2倍(牛西午等,1996)。柑桔渗灌试验中,渗灌处理平均株产比喷灌、沟灌分别高5.7%和10.2%,平均667 m²产分别高4.0%和9.2%,而且果实大,表皮较光滑,容易化渣,风味较好,外观品质明显好于沟灌(张治清等,1995)。旱塬麦田春渗小麦比对照增产33.7%(冯永平等,1998)。渗灌加覆盖技术可使旱地小麦增产达38%,其中渗灌的增产效应为21.9%(张松令,2000)。日光温室渗灌可使甜瓜增产6%,番茄增产11%,草莓增产15%(张树森等,1994)。国外有关渗灌对作物产量影响的研究多着眼于地下滴灌和地表滴灌的比较上,研究资料表明,对很多作物来说,采用地下滴灌和地表滴灌相比,产量差异并不明显(Hiler et al., 1973; Sammis et al., 1980; Bucks et al., 1981; Oron et al., 1991; Camp et al., 1993; Powell et al., 1993; Howell et al., 1997),只有少数作物试验中表现出增产效应(Phene et al., 1987)。

3 渗灌在保护地蔬菜栽培中的优势

3.1 灌水量少,节水效果显著

现有渗灌试验研究表明,与其它灌水方法相比,渗灌具有节水增产作用。渗灌是通过埋在地下的渗灌管给作物根系直接供水,灌水均匀,供水稳定,通过控制灌水量,可以有效地降低深层渗漏,灌水质量高,能在有效地满足作物的水分需求的同时,减少水分的无效消耗^[9]。灌水后,土壤表层仍能保持干燥,水分棵间蒸发大幅减少。试验已经表明,番茄保护地渗灌栽培比沟灌节水达47%~54%,比滴灌节水也达10%以上,节水效果十分明显(余杨等,2003)。

3.2 减轻病虫害,降低农药用量

保护地容易发生病虫害,这是由保护地内的特殊气候条件造成的。保护地内高温高湿为病虫害的发生创造了有利条件,而渗灌使作物棵间蒸发减少,棚内空气湿度降低,从而能有效地减少病虫害的发生。已有研究结果表明,保护地渗灌可使番茄灰霉病降低80%以上(胡晓辉等,2002;张树森,2004)。

3.3 水分利用效率高

诸葛玉平等(2002)通过对大棚番茄栽培渗灌灌水试验研究发现在渗灌管埋深30 cm和灌水上限土壤水吸力值设定在6 kPa、下限为25 kPa时,在开花—果实膨大期可控制在25~40 kPa时,每次灌水量0.93 m³/hm²左右时,水分生产效率和番茄的产量均最高。吕谋超等(2003)对地下滴灌条件下夏玉米的试验表明,渗灌(地下滴灌)可以高效地控制灌溉用水量,对作物的根系、产量及生物量产生直接影响,可提高水分利用效率。

渗灌条件下的水分利用效率一般均高于其他灌溉方式^[10],这是因为,一是极少的土面物理蒸发与较多的地面热量;二是极少的深层渗漏;三是作物拥有较深的根系,可以有效吸收和利用土壤深层的水分。由于渗灌可以提高水分利用率,减少水分的无效消耗。因此,渗灌的灌水间隔较长,灌水次数较少。如春季栽培,采用沟灌一般平均3~5 d灌一次水,而渗灌则5~8 d灌一次水,省工省时,因此更便于田间管理^[11]。

3.4 增产增收

渗灌条件下土壤通气性能良好,灌水与施肥同步且灌水时间和灌水量能很好的控制,有利于作物根系的生长^[9]。在关键生育期水、肥、药可以科学合理地输入到作物根系附近,充分保证了作物需肥、需水的要求,作物生长发育好,比传统的沟灌增产50%以上^[12](王淑红等,2005)。

4 渗灌在保护地蔬菜栽培中存在的问题

渗灌管容易堵塞。渗灌管堵塞是使用渗灌进行灌水的过程中存在的主要问题,主要有物理堵塞、化学堵塞和生物堵塞3种类型^[13]。物理堵塞主要是指水中悬浮颗粒在孔口处的沉积造成的堵塞;化学堵塞是指灌溉水中的钙、镁离子的沉积以及化学反应所造成的堵

塞,生物堵塞只要是指菌类的繁殖、植物根系等的堵塞。这三种情况的堵塞都与灌水水质本身有着密切的关系,它们直接影响着渗灌系统的灌水均匀度和渗灌系统的使用寿命。

灌水均匀差。由于渗灌管易堵塞,致使渗灌的灌水均匀度差,严重影响渗灌的灌水质量。同时,渗灌设备造价较高,制约了节水技术的推广。表现为节水灌溉的一次性投入较大,农民没有足够资金分配。随灌溉设备造价的增加,尤其是高效节水工程的一次性投入较大,这些大部分都需要农民自筹解决,这在一定程度上限制了节水灌溉方式的推广应用。

部分农民对采用节水灌溉认识不高、节水意识不强。这是由于一些农民意识不到水资源的重要性,在很多水资源相对充足的地区,这种情况更加严重,农民节水的积极性不高;另一方面,农民难以预测采用节水灌溉技术后的结果,这也降低了农民的积极性。

管理和推广系统不健全、效益不高制约节水设备(技术)的应用、推广。现在还比较缺乏节水灌溉方面的知识和技术,肥、水、药配套理论不完善,部分地区病虫害发生严重,影响了产量和质量,经济效益下降,影响了推广的力度^[14]。

5 渗灌在保护地蔬菜栽培应用中的建议与结论

多孔质渗灌管的渗灌技术适合于温室、果树、蔬菜、花卉和一些免耕的大田经济作物,非免耕地区大田作物采用渗灌技术的适宜性需进一步试验。

加强保护地灌溉中的水量计算研究。量水是节约灌溉用水,提高灌水质量和灌溉效率的有力措施。除了要加大力度进行土壤水分测定仪器研究之外,还应在管道灌溉系统中利用水表来计量一段时间内通过管道的水流总量或灌溉用水量,从而节水灌溉的真正实施打下坚实的基础。

加强对各地区、各季节、各类棚室及各种保护地栽培作物的需水情况的理论研究。结合现代科学技术,充分利用精准农业提供的方法手段,对上述问题进行精确

的定量研究。并构建数据库,为节水灌溉技术提供量化服务。

将渗灌这一先进的灌溉方法应用于保护地蔬菜生产中,可以为保护地作物栽培创造了更好的室内空气的温度和湿度、土壤的气、热等条件,较传统的灌溉方法更有宜于作物生长,且对土壤物理结构破坏较小,也为保护地蔬菜创造了优越的土壤环境。且在此种渗灌灌水技术下,蔬菜的生长性状、产量和品质也优于传统的灌溉方法,是一种切实可行的灌水技术。

参考文献

- [1] 张玉龙. 保护地土壤水分管理及其土壤退化防治技术研究进展与展望[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(5-6): 378-382.
- [2] 杨丽娟, 张玉龙, 须辉. 设施栽培条件下节水灌溉技术[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(1): 130-132.
- [3] 黄毅, 张玉龙. 保护地生产条件下的土壤退化问题及其防治对策[J]. 土壤通报, 2004, 35(2): 212-216.
- [4] 党秀丽, 黄毅, 虞娜. 辽宁保护地节水灌溉现状及存在的问题[J]. 节水灌溉, 2006(5): 57-59.
- [5] 张岩, 李桂娟. 保护地节水灌溉技术的现状与展望[J]. 农机化研究, 2004(4): 39.
- [6] 胡晓辉, 于锡宏. 不同渗灌处理方式对塑料大棚黄瓜植株生长的影响[J]. 北方园艺, 2002(6): 12-13.
- [7] 侯乐. 不同灌溉方法对保护地土壤理化性质和番茄生长发育影响的研究[D]. 沈阳农业大学学位论文.
- [8] 丛玉敏, 王凤臻, 王永华, 等. 渗灌在林业上的应用前景[J]. 浙江林业科技, 1999, 19(3): 72-74.
- [9] 王彦军, 沈秀英, 王留运. 一种新型的节水灌溉技术—渗灌[J]. 节水灌溉, 1997(2): 3-7.
- [10] 巴特尔. 巴克. 灌溉节水技术及其经济效益浅析[J]. 节水灌溉, 2005(2): 8-10.
- [11] 余杨, 王穗, 余艳玲. 地下渗灌方法在农业灌溉上的应用研究[J]. 云南农业大学学报, 2003(4): 422-425.
- [12] 王淑红, 张玉龙, 虞娜. 渗灌技术的发展概况及其在保护地中应用[J]. 农业工程学报, 2005(S1): 21.
- [13] 王淑红. 关于保护地渗灌管理设深度的研究[D]. 沈阳农业大学学位论文.
- [14] 关铁民, 李晓臣, 赵云柏. 保护地蔬菜管理技术[J]. 农业与技术, 2006(3): 152-154.

Application of Subsurface Irrigation in Vegetable Greenhouse

ZHANG Qian¹, WU Dian-long¹, Zhang Li-jun²

(1. Land and Environment College, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161, China; 2. Land and Resources Bureau of Panjin, Liaoning 124010, China)

Abstract: The application and advantages of subsurface irrigation in vegetable—grown greenhouse were introduced combined with subsurface irrigation experiment in greenhouse. The problems of subsurface irrigation application in greenhouse were given, which would supply useful information for water—saving irrigation techniques and contributing to resolve the problems of agriculture, rural areas and farmers.

Key words: Infiltration irrigation; Greenhouse; Water saving irrigation; Vegetable planting