

文章编号: 1007-4929(2016)03-0080-04

微润管布置方式对夏玉米苗期生长的影响

张明智¹, 牛文全^{1,2}, 王京伟², 李元², 许健²

(1. 西北农林科技大学水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要:为了探明微润灌溉对大田夏玉米生长的影响,以夏玉米为研究对象,采用完全随机试验设计,研究不同微润管布置方式对夏玉米苗期生长的影响。研究表明,微润管布置密度对夏玉米苗期生长具有显著的影响,随微润管布置密集程度的增加,株高、茎粗与地上鲜物质质量呈增加趋势,地下鲜物质质量与干物质质量、群体生长率、根系体积均呈先增加后减小趋势。3管2行微润灌为最佳布置方式,该处理的总干物质质量和群体生长率比地下滴灌分别提高了0.44%和2.5%,比无灌溉处理分别提高了41.31%和41.37%。

关键词:夏玉米;微润灌溉;干物质质量

中图分类号:S275.4 **文献标识码:**A

Effect of Moistube Arrangements on the Growth of Maize at Seedling Stage

ZHANG Ming-zhi¹, NIU Wen-quan^{1,2}, WANG Jing-wei², LI Yuan², XU Jian²

(1. College of Water Resource and Architectural Engineering, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi Province, China;

2. Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: In order to study the influence of irrigation on the growth of summer maize, the summer maize at seedling stage is adopted as the research subject and the effect of different micro tube arrangements on the growth of summer maize at seedling stage is studied. The results show that the arrangement density of moistube has a significant effect on Maize Seedling Growth; the plant height, stem diameter and quality of fresh material on ground increase with the increase of denseness of micro tube; the fresh quality of underground materials, quality of dry mater, CGR and root volume first increase and then decrease. The optimal arrangement of moistube-irrigation is three tubes with two lines; the total dry biomass and the population growth rate increase about 0.44% and 2.5%, respectively under this irrigation arrangement when compared with the treatment of subsurface drip irrigation, and increased about 41.31% and 41.37%, respectively, when compared with the treatment without irrigation.

Key words: summer maize; moistube-irrigation; dry biomass

0 引言

水资源短缺成为制约我国粮食作物生产可持续发展的重要因素^[1]。微润灌溉是用半透膜的原理使土壤保持湿润的一种灌溉方式,设备投资低,结构简单,不消耗动力,节省运行费用,可以有效地降低农产品生产成本^[2]。渗灌的埋设间距是影响灌水质量的主要因素,微润灌溉下株高、茎粗及植物叶片的光合速率、气孔导度均比滴灌大,微润管布置间距对微润管出

水量的影响较大^[2-4]。干旱是限制玉米产量的主要因素^[5],苗期是玉米营养生长的主要阶段^[6],研究表明苗期水分亏缺对玉米的生理生长影响严重,为了适应生长环境,产生了抵御干旱的能力^[7],且在玉米苗期进行适当的水分亏缺,有助于控制适当的营养生长,从而提高产量^[8]。目前,还缺乏夏玉米适宜的微润管布置方式,限制了微润管技术在玉米栽培中的应用。为此,通过研究微润管布置间距(密集程度)对夏玉米苗期营养阶段生长的影响,为微润灌溉技术的推广提供理论依据。

收稿日期:2015-07-18

基金项目:“十二五”国家“863”计划项目(2011AA100507)。

作者简介:张明智(1989-),男,主要从事节水灌溉新技术研究。E-mail: mingzhiz@yeah.net。

通讯作者:牛文全(1972-),男,教授,主要从事灌溉理论与节水技术研究。E-mail: nwq@vip.sina.com。

1 材料与方 法

1.1 试验概况

试验于 2014 年 7—8 月在陕西省杨凌(108°24'E, 34°20'N, 海拔 521 m)进行,该地区属暖温带半湿润气候,全年无霜期 221 d,年均日照时数 2 163.8 h,年降水量在 550~650 mm,且多集中在 7—9 月。夏玉米苗期总降水量 22.9 mm,试验期间降雨量及温度如图 1 所示,供试土壤为壤土,80 cm 土层内平均田间持水率为 24%,饱和体积含水率 60.1%,凋萎含水率为 8.5%。试验小区地下水埋深大于 5 m,因此,忽略地下水补给。

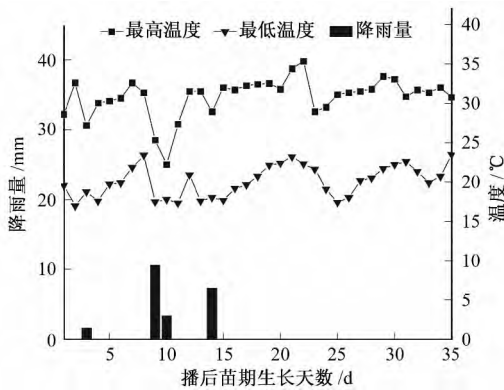


图 1 夏玉米苗期内当地降雨量和温度变化图

1.2 试验设计

试验设置 3 个水平,分别为:1 管 1 行(I₁),微润管布置间距为 60 cm;3 管 2 行(I₂),微润管布置间距 40 cm;2 管 1 行(I₃),微润管布置间距 20 cm。另设 2 组对照处理 CK₁、CK₂,其中:1 管 1 行为 1 条微润带控制 1 行作物;CK₁ 为地下滴灌,灌水下限为田间持水率的 65%,上限为田间持水率的 90%;CK₂ 在夏玉米苗期未灌水。采取完全随机试验,共 5 个处理(表 1),每个处理 3 次重复,共 15 个小区。各处理在苗期灌水量见表 1。试验小区为 2.8 m×4 m,小区间距 1 m,小区间由 1 m 深建筑防水膜(SBS)隔离,防止土壤水分横向渗透运移。供试玉米品种为郑丹 958,种植密度为 50 000 株/hm²,株间距 30 cm,行间距 60 cm,7 月 1 日播种,8 月 4 日苗期结束。播种前施基肥:有机肥 600 kg/hm²(N、P、K≥5%,有机质≥45%);复合肥 750 kg/hm²(N、P、K≥15%),施肥方式均为撒施。播前对种子进行筛选并灌水至田间持水率的 80%,以保证出苗纯度。

表 1 试验方案及苗期灌水量

处理	间距/cm	小区苗期总灌水量/mm
I ₁	1 管 1 行	58.13
I ₂	3 管 2 行	87.2
I ₃	2 管 1 行	116.27
CK ₁	地下滴灌	225
CK ₂	无灌溉	0

1.3 测定指标及方法

试验指标均在播种 20 d 后测定。

1.3.1 生长及生理指标

根系活力及体积:每小区随机选取 3 株,采用氯化三苯基

四氮唑法测定根系活力^[9];采用液排法测定根系体积^[10]。

株高、茎粗:每小区随机选取 6 株,株高用米尺测量,茎粗用游标卡尺于植株基部测量;茎叶、根鲜干质量:用 1/100 天平称质量,每小区随机选取 3 株,根冠比=地下干物质质量/地上干物质质量,总干质量=地下干物质质量+地上干物质质量^[11]。

1.3.2 群体源性状

群体源性状用群体生长率来表示^[12],其计算方法为:

$$\lambda = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1) \quad (1)$$

式中: λ 为群体生长率,g/(m²·d);W₁ 和 W₂ 为前后 2 次测定的干物质质量,g/m²;T₁、T₂ 为播后天数,d;W₁、T₁ 为播种时对应量,故 W₁、T₁ 均为 0。

利用 Spss 22.0 进行均值误差分析,OriginPro 9.0 作图,数据除特殊标注外均为所有重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 微润灌溉对夏玉米苗期株高、茎粗的影响

图 2 为不同微润管布置方式及对照处理夏玉米苗期的株高、茎粗的影响变化情况。

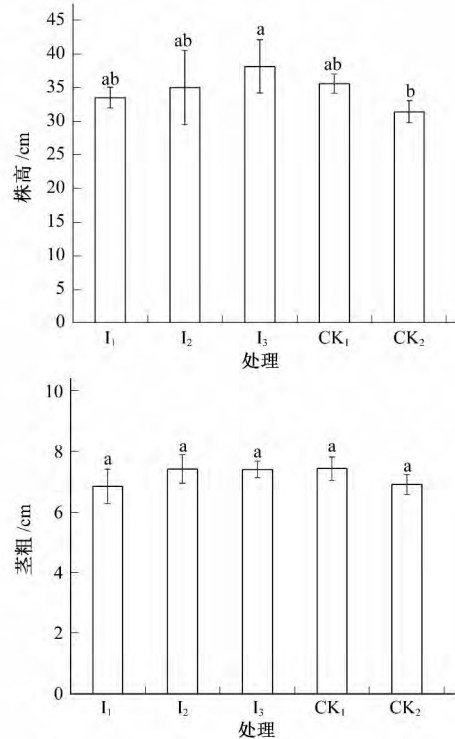


图 2 夏玉米苗期株高、茎粗

注:柱形图上不同字母表示差异显著性水平,P<5%。

微润管布置方式对夏玉米苗期株高有显著影响,对茎粗无显著影响(图 2),随微润管布置密集程度的增加,株高、茎粗呈增加趋势,I₃ 处理下的株高与 CK₂(无灌水)比较,差异显著,I₃ 株高比 CK₁ 高 7.18%,所有处理的株高均显著高于 CK₂。微润灌溉处理的茎粗均低于 CK₁。不同处理之间茎粗差异不显著,微润灌溉处理与 CK₂ 相比,除 I₁ 的茎粗比 CK₂ 细 0.87%外,其他处理茎粗均大于 CK₂,I₂ 的茎粗比 CK₂ 大 7.36%。

2.2 微润灌溉对夏玉米苗期鲜、干物质累积量的影响

获取的整株夏玉米,从根部分切,分别称量地上物质(茎叶)与地下物质(根系)鲜物质质量,将其放入烘箱中于 105 ℃ 杀青 15 min,75 ℃ 烘干至恒量并称质量。并分析单植株在不同处理对物质质量的影响。

2.2.1 对夏玉米地上部的影响

图 3 为不同处理夏玉米苗期茎秆和叶的平均物质质量。

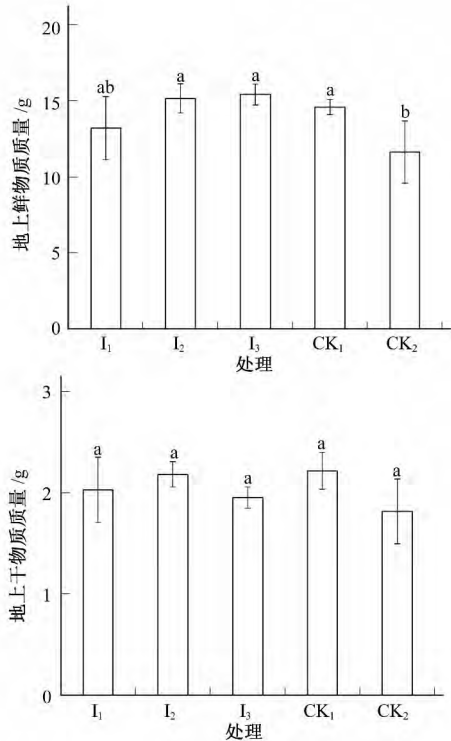


图 3 微润灌溉对夏玉米苗期地上鲜、干物质质量的影响

由图 3 可知,随微润管布置密集程度的增加,夏玉米苗期地上鲜物质质量,呈增加趋势,地上干物质质量呈先增加后减小趋势,I₂ 处理的地上鲜物质质量比 CK₁ 高 3.93%。与 CK₂ (无灌水)相比,微润灌溉显著提高了地上鲜物质质量,I₁、I₂、I₃ 处理的地上鲜物质质量分别提高了 13.55%、30.47%、32.73%。I₂ 处理比 I₁、I₃ 分别高 7.56%、11.79%,但差异不显著,微润灌溉与地下滴灌、无灌溉处理比较,夏玉米地上干物质质量均无显著性差异。

2.2.2 对夏玉米苗期地下部的影响

图 4 为不同处理夏玉米地下物质质量的平均物质质量和平均根系体积。

由图 4 可知,随微润管布置密集程度的增加,夏玉米苗期地下鲜物质质量、地下干物质质量及根系体积均呈先增加后减小趋势,I₂ 处理的地下鲜物质质量比 I₁、I₃ 分别高 8.80%、3.30%,微润灌溉处理的地下鲜物质质量均高于 CK₁ (地下滴灌),但无显著差异。与 CK₂ (无灌水)相比,微润灌溉显著提高地下鲜物质质量,I₁、I₂、I₃ 处理的地下鲜物质质量分别提高了 21.11%、31.76%、27.55%。I₂ 处理的地下干物质质量比 I₁、I₃ 分别高 7.56%、11.79%,但低于 CK₁ 处理。与 CK₂ 相比,微润灌溉显著提高了夏玉米苗期地下干物质质量,I₁、I₂、I₃ 处理的地下干物质质量分别提高了 11.66%、20.11%、7.44%。不同

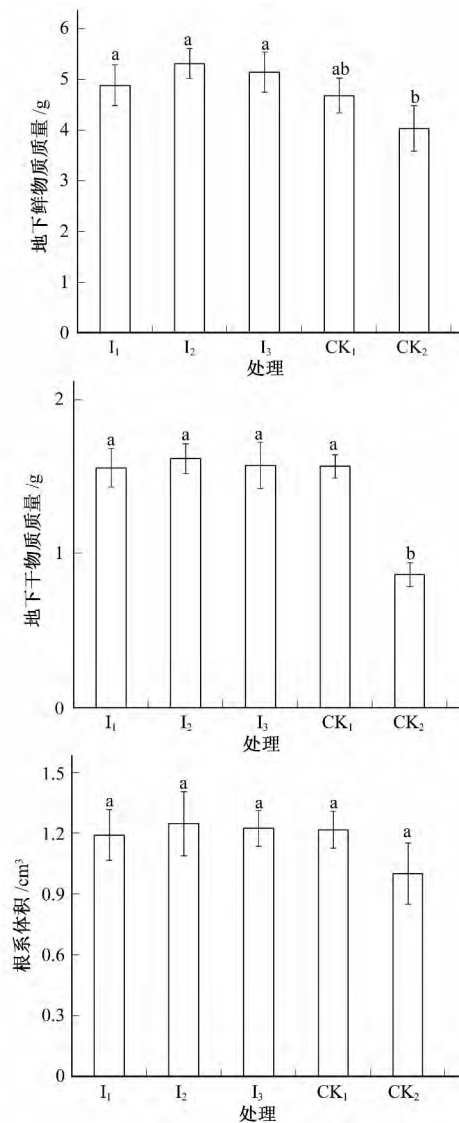


图 4 微润灌溉对夏玉米苗期地下部的影响

处理夏玉米的根系总体积之间差异不显著。综合分析认为,I₂ 处理可以显著增加夏玉米植株总干物质累积量。

2.2.3 对根冠比及总干物质质量的影响

通过分析计算得出夏玉米苗期根冠比和干总干物质质量,见图 5。

由图 5 可知,随微润管布置密集程度增加,根冠比呈先减小后增加趋势,总干物质质量则呈先增加后减小趋势,I₂ 处理促进了夏玉米地上部快速生长,其根冠比最小,而植株总干物质质量最大。不同微润灌溉处理的根冠比大于地下滴灌和无灌溉处理,但差异不显著;同时,微润灌溉处理夏玉米总干物质质量与地下滴灌相比,仅 I₂ 处理高 0.53%,它们之间差异不显著,但显著高于 CK₂,I₁、I₂、I₃ 处理的总干物质质量分别比 CK₂ 增加了 33.25%、41.31%、31.14%。

2.3 群体生长率

作物生长速率是评价作物生长的综合生长指标,而在群体系统中,群体生理指标综合的基因效应、群体结构等系统的描述了单位土地面积上的生产能力,群体生长率(CGR)越高,表明该单位土地面积上的生产能力越强^[13]。根据公式(1)计算

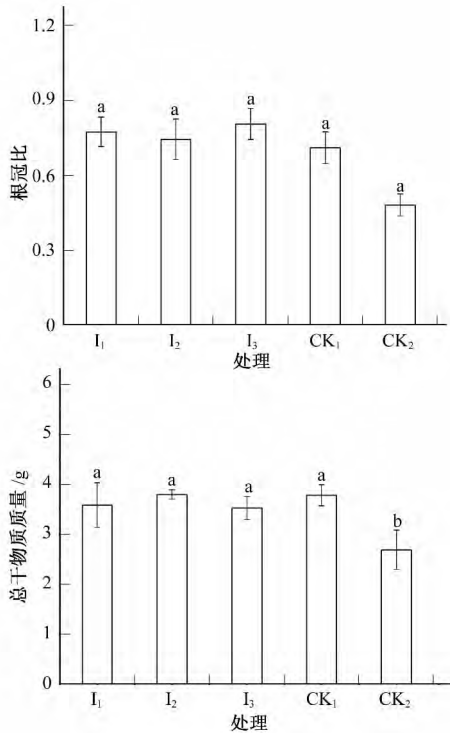


图5 微润灌溉对夏玉米苗期根冠比、总干物质质量的影响

了不同处理下的群体生长率(图6)。由图6可知,随微润管布置密集程度的增加,群体生长率呈先增加后减小趋势,仅I₂处理比CK₁高2.50%,但差异不显著。微润灌溉处理的群体生长率显著高于CK₂,与CK₂相比,I₁、I₂、I₃处理的群体生长率分别提高31.03%、41.37%、29.90%。

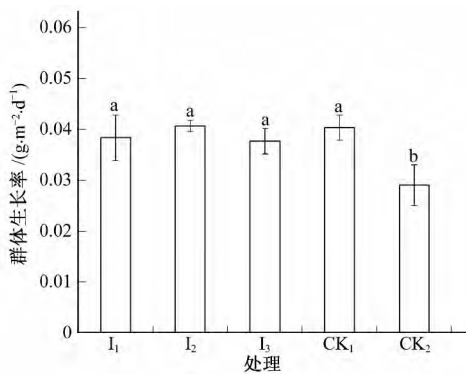


图6 微润灌溉对夏玉米苗期群体生长率的影响

3 讨论

研究发现,微润管布置密集程度对作物的生长有不同程度的影响,3管2行微润灌为最佳布置方式,夏玉米株高茎粗生长最好,干物质积累速度大于地下滴灌和无灌溉处理,其群体生长率也高于地下滴灌与无灌溉处理。可能是由于夏季苗期温度高,降雨少且作物根系主要集中在土壤表层,在不灌水处理下土壤含水率过小,作物生长受到抑制;地下滴灌处理下,为间歇性灌溉^[4],高温下土壤水分不能适时适量的提供给作物生长,从而对作物生长产生局部限制。1管1行处理微润管的出流量过小,影响夏玉米生长,而2管1行下的灌水量大,由于属于连续灌溉,根区土壤空隙一直处于充水状态,作物根系受到

低氧胁迫,从而影响作物生长,使得土壤含水率过大,减小土壤空隙,使得作物根系受到低氧胁迫,从而影响作物的生长^[15]。蒋桂英^[4]研究认为随滴灌带布置密集程度的增加有助于提高产量及作物生长的稳健性,这与本试验研究不一致,由于滴灌为间歇性灌水,而本试验的微润灌溉为连续性灌溉^[2],灌水方式的不同,随着滴灌带数量的适度增加,增大了土壤含水率,保证作物根系吸水充分,健康生长,在灌水间歇期,土壤空闲充足,保证根系氧气供应,而微润灌连续灌溉,当毛管间距过小时,土壤孔隙中将长期被水分占据,植物根系长期处于低氧胁迫状态,抑制植物健康生长。另外,何玉琴^[3]研究认为在一定范围内,微润管布置密集程度增加有利于作物生长,这与本研究结果基本一致。

总之,不同微润管布置方式对夏玉米苗期营养生长产生不同程度的影响,然而,夏玉米苗期生长的因素较多,如土壤水、盐、热、有机物、土壤孔隙与pH值等,微润管布置方式对土壤哪种因素起主要影响,从而对玉米苗期生长产生影响,需要进一步细化深入进行研究。

4 结论

(1)在夏玉米苗期,微润管布置方式对夏玉米苗期的生长具有显著的影响,随微润管布置密集程度的增加,株高、茎粗与地上鲜物质质量呈增加趋势,地下鲜物质质量与干物质质量、群体生长率、根系体积均呈先增加后减小趋势,根冠比则呈先减小后增加趋势。

(2)在微润灌溉3管2行布置方式下夏玉米苗期的株高、茎粗、鲜干物质重、群体生长率、根系体积均高于地下滴灌与未灌溉,3管2行为微润管的最佳布置方式。

参考文献:

- [1] 黄玲,高阳,邱新强,等. 灌水量和时期对不同品种冬小麦产量和耗水特性的影响[J]. 农业工程学报, 2013, (14): 99-108.
- [2] 薛万来,牛文全,张子卓,等. 微润灌溉对日光温室番茄生长及水分利用效率的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2013, (6): 61-66.
- [3] 何玉琴,成自勇,张芮,等. 不同微润灌溉处理对玉米生长和产量的影响[J]. 华南农业大学学报, 2012, (4): 566-569.
- [4] 蒋桂英,魏建军,刘萍,等. 滴灌春小麦生长发育与水分利用效率的研究[J]. 干旱地区农业研究, 2012, 30(6): 50-54, 73.
- [5] 马旭凤,于涛,汪李宏,等. 苗期水分亏缺对玉米根系发育及解剖结构的影响[J]. 应用生态学报, 2010, (7): 1731-1736.
- [6] 邵思全,李琰聪. 玉米生育特点与管理技术(1)[J]. 种子科技, 2012, (5): 47-48.
- [7] 王密侠,康绍忠,蔡焕杰,等. 玉米调亏灌溉节水调控机理研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版, 2004, 32(12): 87-90.
- [8] 刘小刚,张富仓,杨启良,等. 调亏灌溉与氮营养对玉米根区土壤水氮有效性的影响[J]. 农业工程学报, 2010, (2): 135-141.
- [9] 王建华,任士福,史宝胜,等. 遮荫对连翘光合特性和叶绿素荧光参数的影响[J]. 生态学报, 2011, (7): 1811-1817.
- [10] 李洪. 不同密度处理下玉米单株根系体积的动态变化[J]. 山西农业科学, 2010, (9): 20-22.
- [11] 刘永红,杨勤,杨文钰,等. 花期干湿交替对玉米干物质积累与再分配的影响[J]. 作物学报, 2006, (11): 1723-1727.

(下转第85页)

排摆放作为一个小区,每个试验重复3次。番茄作物上采用人工撒壶浇灌与滴灌对比,辣椒采用喷灌与滴灌对比。滴灌穴盘育苗方法是采用本所设计的“农作物滴灌穴盘育苗配套装置”。各小区均采用一穴2~4粒播种,番茄定苗后留单苗,辣椒定苗后留双苗。

1.4 试验材料

番茄种子(品种:石红303),辣椒种子(品种:红安6号),以及普通蔬菜育苗商品基质,穴盘(128号),喷滴灌器材和施肥设施,少量肥料(15-15-15复合肥,每个小区用肥总量相同)。

2 结果与分析

2.1 滴灌与人工浇灌的对比结果

出苗后35d,调查各小区幼苗的高度、茎秆粗度,茎基腐病和早疫病发病率,死苗率,叶片数。以调查数据情况来评价浇灌穴盘育苗与滴灌穴盘育苗的优劣。调查结果统计如表1。

表1 滴灌与浇灌在番茄上的论证试验结果

育苗方法	苗高/ cm	茎粗/ mm	茎基腐病 发病率/ %	早疫病 发病率/ %	死苗率/ %	叶片数
浇灌穴盘育苗	18.7	2.87	12.7	10.7	2.3	6.3
滴灌穴盘育苗	16.3	4.23	2.3	3.7	1.7	6.0

由表1看出,在穴盘育苗条件下,浇灌幼苗的高度明显高于滴灌幼苗,茎秆粗度明显不如滴灌条件下的幼苗,有徒长迹象,叶片数略多,茎基腐病、早疫病发病率和死苗率明显高于滴灌幼苗。调查中同时发现,浇灌条件下的发病病级较高,根系有露出地表现象;滴灌幼苗发病病级较低,根系未露出地表;滴灌幼苗比浇灌幼苗叶色更深。番茄茎基腐病、早疫病的发生与生长环境的湿度有关^[3],人工浇灌条件下,番茄茎基部和叶面湿度明显大于滴灌条件下的湿度,因此造成发病率高的原因。

2.2 滴灌与喷灌的对比结果

出苗后8d内调查辣椒猝倒病发病率,出苗后50d,调查各小区幼苗的高度、茎秆粗度,细菌性斑点病的发病率,死苗率,叶片数。以调查数据情况来评价喷灌穴盘育苗与滴灌穴盘育苗的优劣。调查结果统计如表2。

表2 滴灌与喷灌在辣椒上的论证试验结果

育苗方法	苗高/ cm	茎粗/ mm	猝倒病 发病率/ %	斑点病 发病率/ %	死苗率/ %	叶片数
喷灌穴盘育苗	19.7	2.03	3.33	15.3	0.67	6.0
滴灌穴盘育苗	18.3	2.53	3.67	9.3	0.57	6.0

从表2看出,喷灌与滴灌条件下辣椒猝倒病的发病率很接近,可能是因为,出苗水必须要浇透到一定程度,在高湿度条件

下猝倒病的发生与当地天气状况与温室内大环境有关,而与何种浇灌方式关系不大。但是出苗后期的调查中,茎秆粗壮程度和后期发病率上两种方法差异较大,滴灌幼苗明显优于喷灌幼苗。

通过在番茄和辣椒上的论证试验,表明把浇灌或喷灌改为滴灌后,早疫病和茎基腐病的发病率明显降低,茎秆明显粗壮。

3 讨论

工厂化、规模化是我国蔬菜育苗产业发展的必然趋势^[4],在穴盘育苗技术方面,浇水方式的研究,王勤^[2]指出国外研究表明,用浸盘方式能促其生长量(株高、茎粗、鲜重、紧密程度)。其中所指的浸盘方式与本文所述滴灌方式从原理上看均属于地下供水方式。

由于人工浇灌和喷灌均是从作物地上部供水,对作物地上部茎叶表面和作物周围小环境的湿度影响较大,在番茄和辣椒幼苗管理中极易造成因湿度过大或放风不及时而发生茎基腐病或早疫病。从地下供水的方法,在保证作物生长所需的水分和营养的条件下,同时降低了作物地上部和生长环境的湿度,也在一定程度上减轻了苗床表面土壤板结现象,加强作物根部氧气流通。因此,滴灌穴盘育苗方法有助于预防因湿度过大而引起的苗期病害。

滴灌穴盘育苗技术,充分利用作物根部吸收水分和营养的特点和营养水分的渗透原理,创新性地把地上供水改为地下供水,避免了地上浇灌带来的弊端,促进作物根系生长,规避了早春温室大棚育苗过程中保温和降温通风管理的矛盾,减少了病害发生,达到培育健壮幼苗的目的。从设计原理上看,滴灌育苗技术在采用穴盘育苗的其他作物(特别是易徒长或易发生苗期病害的作物)的栽培上也可以试用。

蔬菜无土育苗研究方向之一是现代设施和智能化设备的研发^[5],滴灌穴盘育苗技术的研究,有利于促进后期现代设施和智能化设备的研发与应用。

参考文献:

- [1] 李国景,徐召忠.我国现阶段发展蔬菜无土栽培的探讨[J].长江蔬菜,1997,(4)1-4.
- [2] 赵瑞,马健.番茄穴盘育苗苗龄的研究[J].中国蔬菜,2000,(6)6-9.
- [3] 吕佩珂,李明远,吴钜文,等.中国蔬菜病虫害原色图谱[M].北京:农业出版社,1992:102-104.
- [4] 王勤.蔬菜穴盘育苗技术的发展[J].内蒙古农业科技,2006,(7):39-40.
- [5] 薛义霞.我国蔬菜无土育苗技术研究进展[J].陕西农业科学,2003,(3)33-36.

(上接第83页)

- [12] 张洪程,朱聪聪,霍中洋,等.钵苗机插水稻产量形成优势及主要生理生态特点[J].农业工程学报,2013,(21):50-59.
- [13] 李培岭,张富仓.不同沟灌方式下根区水氮调控对棉花群体生理

指标的影响[J].农业工程学报,2011,(2):38-45.

- [14] 温利利,刘文智,李淑文,等.水肥耦合对夏玉米生物学特性和产量的影响[J].河北农业大学学报,2012,(3):14-19.
- [15] 张珂萌,牛文全,薛万来,等.间歇和连续灌溉土壤水分运动的模拟研究[J].灌溉排水学报,2015,(3):3.