

微咸水膜下滴灌对土壤水盐分布及加工番茄产量的影响

杨文杰¹,王振华^{1,2},任作利^{1,2},蒋宇新^{1,2},贾哲诚^{1,2},陈潇洁^{1,2}

(1.石河子大学水利建筑工程学院,新疆 石河子 832000;2. 现代节水灌溉兵团重点实验室,新疆 石河子 832000)

摘 要:为探明微咸水膜下滴灌对土壤水盐分布及加工番茄生长和产量的影响,通过大田小区试验,设置灌水矿化度和灌水定额两个因素,其中 3 个灌溉水矿化度水平分别为 S1:1 g · L⁻¹、S2:3 g · L⁻¹和 S3:5 g · L⁻¹,3 个灌水定额分别为 W1:305 m³ · hm⁻²、W2:458 m³ · hm⁻²和 W3:611 m³ · hm⁻²,来进一步寻求适宜本地区加工番茄生长的微咸水膜下滴灌灌溉制度。结果表明:覆膜微咸水滴灌条件下土壤含水量垂直方向的变化趋势表现为 0~20 cm 土层随深度增加含水量逐渐降低、20~100 cm 土层随深度增加含水量逐渐增大、60~100 cm 范围内土层剖面含水量最大的分布规律;土壤含盐量随着灌水矿化度的增大而增加,且随着灌水量的增加土壤盐分逐渐向水平距滴灌带 35 cm 处聚集。灌水矿化度超过 3 g · L⁻¹时加工番茄株高、茎粗均受到一定程度的抑制作用,但对产量影响不大。本文通过试验得出:灌水定额为 611 m³ · hm⁻²、矿化度为 1 g · L⁻¹处理为本地区最佳微咸水膜下滴灌处理,加工番茄生长健壮且产量最高,达到 127 613.2 kg · hm⁻²;同时认为,在我国淡水资源比较缺乏的新疆地区可以考虑采用灌水定额 458 m³ · hm⁻²和灌水矿化度 3~5 g · L⁻¹的微咸水对盐分中等敏感的加工番茄进行灌溉。

关键词:微咸水;膜下滴灌;加工番茄;水盐分布;产量

中图分类号:S156.4;S275.6 **文献标志码:**A

Effects of drip irrigation under brackish water mulch on soil water and salt distribution and processing tomato yield

Yang Wenjie¹, Wang Zhenhua^{1,2}, Ren Zuoli^{1,2}, Jiang Yuxin^{1,2}, Jia Zhecheng^{1,2}, Chen Xiaojie^{1,2}

(1. College of Water Resources and Architectural Engineering, Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China;

2. Key Laboratory of Modern Water Saving Irrigation Corp, Shihezi, Xinjiang 832000, China)

Abstract: In order to investigate the effects of drip irrigation under brackish water mulch on soil water and salt distribution and growth and yield of processing tomato, two factors, irrigation salinity and irrigation quota, were set up through field plot experiments. Among them, three irrigation water salinity levels were S1: 1 g · L⁻¹, S2:3 g · L⁻¹, and S3:5 g · L⁻¹, and three irrigation quotas were W1: 305 m³ · hm⁻², W2: 458 m³ · hm⁻² and W3: 611 m³ · hm⁻², respectively. We tried to find a drip irrigation system suitable for the growth of processing tomatoes in this region under brackish water mulch. The results showed that the vertical variation trend of soil water content under drip irrigation with mulched brackish water showed that the water content decreased gradually with the increase in depth from 0 to 20 cm, increased gradually with the increase in depth from 20 to 100 cm, and maximized the water content in the soil profile in the layer of 60 to 100 cm; the soil salt content increased with the increase in irrigation salinity and irrigation water content in the soil. Salt gradually accumulated at 35 cm away from the drip irrigation belt horizontally. When irrigation salinity exceeded 3 g · L⁻¹, plant height and stem diameter of processed tomato were inhibited to some extent, but had little effect on yield. The results showed that the irrigation quota of 611 m³ · hm⁻² and salinity of 1 g · L⁻¹ were the best treatments for drip irrigation under brackish water film in this area, and

the processing tomatoes grew healthly and yielded the highest reaching 12763.2 kg · hm⁻². At the same time, the brackish water of 458 m³ · hm⁻² and salinity of 3~5 g · L⁻¹ could be considered in Xinjiang where freshwater resources were relatively scarce in China. Water irrigates processed tomatoes that are moderately sensitive to salt.

Keywords: brackish water; drip irrigation under film; process tomato; water and salt distribution; yield

随着我国人口的增加和国民经济的迅速发展,水资源短缺已成为制约我国经济和社会可持续发展的瓶颈^[1]。据统计,中国地下微咸水分布区的面积约 53.92 万 km²,这些区域地下微咸水资源总量约为 200 亿 m³ · a⁻¹,其中可开采量为 130 亿 m³ · a⁻¹^[2];西北地区地下微咸水资源为 88.6 亿 m³ · a⁻¹,可开采量为 42.390 亿 m³ · a⁻¹,其中新疆最高,为 17.24 亿 m³ · a⁻¹,占西北内陆区微咸水开采量的 40.7%^[3]。新疆地处我国西北,属于典型的干旱缺水地区,其水资源供需矛盾突出,农业用水量占水资源使用总量的比例达到 90%^[4],使用微咸水进行灌溉已成为弥补淡水资源短缺的一个重要途径^[5]。目前,膜下滴灌是一种可充分开发利用微咸水的方式,其采用少量多次原则(灌水频率高、灌水流量少),不仅可以大大减少棵间蒸发,而且在高频少量的淋洗作用下,可以为作物主根区提供一个良好的水盐环境,促进作物良好生长^[6];另一方面,滴灌可以使作物根区土壤保持较优的水分条件,土壤基质势很高,弥补了盐渍土中因盐分存在而降低的土壤溶质势,使得土壤总水势维持在较高的水平,有利于作物根系对水分的吸收。但微咸水灌溉会增加土壤的盐分,使耕层的土壤含盐量超过作物的耐盐度,进而影响作物的生长^[7-9]。

加工番茄种植主要集中在新疆,逐渐发展到内蒙、甘肃、宁夏等地,特点是矮化自封顶,对盐分较敏感。Pasternak^[10]研究发现使用微咸水灌溉玉米,经过两年灌溉之后土壤盐分主要集中分布在 0~30 cm 土壤中。Eggleton M^[11]认为盐分累积多少与灌溉水的含盐量和灌水量有关,盐分累积深度与灌水制度、灌水方式等密切相关。在以色列进行的咸水滴灌番茄的试验表明,咸水滴灌产量与优质水滴灌的产量相近^[12]。乔冬梅等^[13]利用大型蒸渗仪研究表明:采用矿化度小于 4 g · L⁻¹的微咸水进行灌溉,在作物整个生长周期内,沙壤土 100 cm 以内土体不会形成盐分积累现象。万书勤等^[14]在华北半湿润地区对番茄进行微咸水滴灌试验,结果表明:番茄缓苗阶段后用 EC<5 dS · m⁻¹的微咸水灌溉对番茄的生长和产量是安全的。此外,雷霆武^[15]、李金刚^[16]、陶君^[17]等对微咸水灌溉蜜瓜、玉米、辣椒都有研究。这些研究主要集中在棉花、玉米等大田作

物和蜜瓜、辣椒等温室栽培作物,而对大田种植番茄的研究较少,且一些研究主要局限于单因素灌水定额、矿化度对番茄各项指标的影响。本文通过微咸水膜下滴灌加工番茄试验,研究不同灌水定额和不同矿化度水平对土壤水盐的分布及加工番茄生长、产量的影响,以期将膜下滴灌与微咸水灌溉更好地结合,为膜下滴灌经济作物合理利用微咸水提供理论依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2018 年 4—10 月在新疆乌鲁木齐市头屯河区第十二师兵团中心灌溉试验基地(87°22'E, 43°59'N)进行。该地区位于新疆准格尔盆地南缘天山北坡经济带的中心,属于中温带干旱区气候,年均气温 8.1℃,无霜期 167 d;年降水量为 225 mm,年日照时数为 2 680 h,年蒸发量 1 437 mm。试验地土壤质地属中壤土,0~100 cm 土层平均容重及田间持水率分别为 1.62 kg · m⁻³和 24.8%,土壤有机质平均含量为 26.8 g · kg⁻¹,土壤初始盐分平均含量为 1.0 g · kg⁻¹,土壤溶液(水土比为 5:1)电导率为 0.3 dS · m⁻¹。

1.2 试验处理及设计

加工番茄品种选用当地常规品种“屯河 9 号”,种植方式为当地典型的起垄覆膜栽培模式,一膜两管两行,膜宽 80 cm,毛管间距 40 cm,番茄幼苗按单穴单株定植在垄的两侧,行距 40 cm,株距 40 cm。选用新疆天业有限公司生产的单翼迷宫式滴灌带,外径 16 mm,壁厚 0.30 mm,滴头间距 30 cm,滴头流量 1.8 L · h⁻¹。将塑料地膜埋入地下 60 cm 深,以降低相邻试验处理之间水肥相互渗透对试验研究的影响。

本试验根据北疆地区不同含水层微咸水离子成分,在第十二师农场浅井淡水(EC=1.1 dS · m⁻¹)的基础上,灌溉水由试验基地井水和化学药品 NaHCO₃、Na₂SO₄、NaCl、CaCl₂、MgCl₂ 按质量比例为 1:8:8:1:1 配制而成,对加工番茄进行灌溉。根据文献和当地农艺管理,设定灌水定额和矿化度两个因素,采用二因素三水平完全处理。灌水定额设高水 611 m³ · hm⁻²(W1),中水 458 m³ · hm⁻²

(W2),低水 305 m³ · hm⁻²(W3) 三个灌水水平,加工番茄生育期灌水次数为 8 次;灌溉水矿化度设 1、3 g · L⁻¹和 5 g · L⁻¹三个水平,共 9 个处理,每个处理设定三次重复。小区总面积 500 m²,每个小区长 20 m,宽 2.5 m,试验处理见表 1。

表 1 试验不同处理设计方案

Table 1 Design scheme of different treatment		
处理 Treatment	灌水定额 Irrigation quota /(m ³ · hm ⁻²)	矿化度 Salinity /(g · L ⁻¹)
S1W1	305	1
S1W2	458	1
S1W3	611	1
S2W1	305	3
S2W2	458	3
S2W3	611	3
S3W1	305	5
S3W2	458	5
S3W3	611	5

1.3 测定项目及方法

1.3.1 土壤含水率的测定 土壤含水率采用益墒 GPRS 型无线传输土壤水分传感器(益盟电子有限公司,邯郸)监测 0~100 cm 的土壤水分动态,每 10 cm 为一层,数据采集间隔时间为 1 h;在作物每个生育期末取土,采用烘干法对土壤水分传感器进行标定,取土深度分别为 0、10、20、30、40、60、80 cm 和 100 cm。土壤水分传感器分别布置在各小区膜下(水平方向距离滴灌带 15 cm 处)、滴灌带下和裸地,每个小区布置三组传感器。

1.3.2 土壤盐分的测定 播前、灌水前后及加工番茄收获后,运用土钻采取土样,将采集的土壤样品带回实验室烘干后,利用水:土为 5:1 配置浸提液,震荡 30 min 后静置 24 h,用上海雷磁 DDS-11A 数显式电导率仪测定浸提液电导率,换算成含盐量^[18]。

1.3.3 生长指标测定 加工番茄共分为 5 个生育期:苗期、开花期、坐果期、红熟期、拉秧期。在每个生育期末,每小区随机选择 9 株,从植株基部用卷尺测量株高,茎粗用电子游标卡尺测量并采用交叉法读数,并取其平均值。

1.4 数据分析

基于 Excel 2016 进行试验数据处理与计算分析,采用 Origin 9.0 进行作图,应用 Spss20.0 - Duncan's 法检验处理间的差异显著性。

2 结果与分析

2.1 微咸水膜下滴灌加工番茄土壤水分变化规律

膜下滴灌是以点水源扩散的形式由地面向作物根系分布范围的土壤中频繁灌水,滴灌条件下土

壤水盐迁移过程所形成的湿润体,是以点水源为中心的一个半椭球体或半球体^[19]。本文以加工番茄坐果前期 2018 年 7 月 9 日灌水 48 h 后测得的土壤各层重量含水率为例,来说明微咸水膜下滴灌加工番茄土壤水分水平和垂直分布状况,如图 1 所示。

从图 1 可以看出,灌水矿化度为 1 g · L⁻¹时,三个处理(S1W1、S1W2、S1W3)垂直方向的变化趋势基本相同,均随着土壤深度(0~100 cm)的增加,土壤含水量逐渐增大。其中,0~30 cm 深度范围内,S1W3 处理土壤含水量最大,S1W2 处理次之,S1W1 处理最低;30~80 cm 深度范围内,S1W2 处理滴头处以及距离滴头 15 cm 处土壤含水量最大,S1W3 处理次之,S1W1 处理最低;80~100 cm 深度范围内,S1W2 处理与 S1W3 处理土壤含水量相差较小,而与 S1W1 处理相差较大。三个处理的土壤含水量在水平方向的分布差异较大,但水平方向总体表现为距离滴灌带越近,土壤含水量越大,其中 S1W1 处理距离滴灌带 20 cm、土壤深度 70~90 cm 处土壤含水量最大。

从图 1 可知,灌水矿化度为 3 g · L⁻¹时,三个处理(S2W1、S2W2、S2W3)垂直方向的变化趋势存在差异。0~20 cm 深度范围内土壤含水量表现为 S2W3 最大,S2W2 处理滴头处土壤含水量低于 S2W1 处理,远离滴灌带 15 cm 处则高于 S2W1 处理;20~60 cm 深度范围内,S2W3 处理土壤含水量最大,S2W2 处理次之,S2W1 处理最低;60~100 cm 深度范围内,近滴灌带处土壤含水量表现与 20~60 cm 深度含水量大致相同。水平方向则表现为距离滴灌带越远土壤含水量越小,其中 S2W2 处理距离滴灌带 15 cm、土壤深度 30~40 cm 处土壤含水量最大。

从图 1 可知,灌水矿化度为 5 g · L⁻¹时,三个处理(S3W1、S3W2、S3W3)垂直方向的变化趋势有所不同但差别不大。0~20 cm 深度范围,处理 S3W2、处理 S3W3 都随深度增加含水量逐渐降低,20~100 cm 深度内随深度增加含水量逐渐增大;0~50 cm 深度范围内土壤含水量表现为 S3W3 处理土壤含水量最大,S3W2 处理次之,S3W1 处理最低;50~80 cm 深度范围内,S3W1 含水量最大,S3W2 处理次之,S3W3 处理最低;80~100 cm 深度范围内,S3W2 含水量最大,S3W1 处理次之,S3W3 处理最低;土壤含水量在水平方向的分布存在差异,其中 S3W1 处理垂直滴灌带下方,土壤深度 50~70 cm 处土壤含水

量最大。

综合对比 9 个处理土壤含水率变化情况,不论是淡水灌溉还是微咸水灌溉,各处理土壤水分在水平和垂直方向上的分布特征基本相同,即水平方向上滴灌带处土壤含水量最大,距滴灌带 15 cm 处含水量次之,距滴灌带 35 cm 处含水量最小,这说明滴灌后滴头附近形成饱和区,重力作用大于毛细管作用,水分由滴头向四周扩散。表层 5 cm 处各处理间含水量差距较小,但 100 cm 处各处理间含水量差距较大;9 个处理垂直方向的变化趋势表现为 0~20 cm 随深度增加含水量逐渐降低,20~100 cm 随深度增加含水量逐渐增大,这是因为灌水后在蒸发作用下各土层土壤含水量整体减小,且土层深度越浅蒸发作用越强烈。

2.2 微咸水膜下滴灌加工番茄土壤盐分变化规律

土壤中的水分是盐分的载体,用微咸水进行膜下滴灌后,盐分被灌溉水带到土壤湿润体边缘,灌溉水对表层土壤有淋洗作用,土壤含盐量在滴头处最低,向周围逐渐升高,在重力势的作用下,盐分最终在湿润锋处累积,使湿润锋边缘的土壤含盐量最高^[20]。

从图 2 可以看出,在滴头正下方和距离滴头水平 10 cm 的径向位置处,距离地表 0~10 cm 土层范围内,处理 S1W1、S1W2、S1W3、S2W1、S2W2 和 S3W3 的含盐量均较低,盐分在表层 0~20 cm 累积严重,并且随着灌水量的增加,盐分从滴灌带处逐渐向远离滴灌带处聚集。而当灌水矿化度达到 5 g · L⁻¹时,其中灌水最小的 S3W1 处理在距滴灌带 20 cm

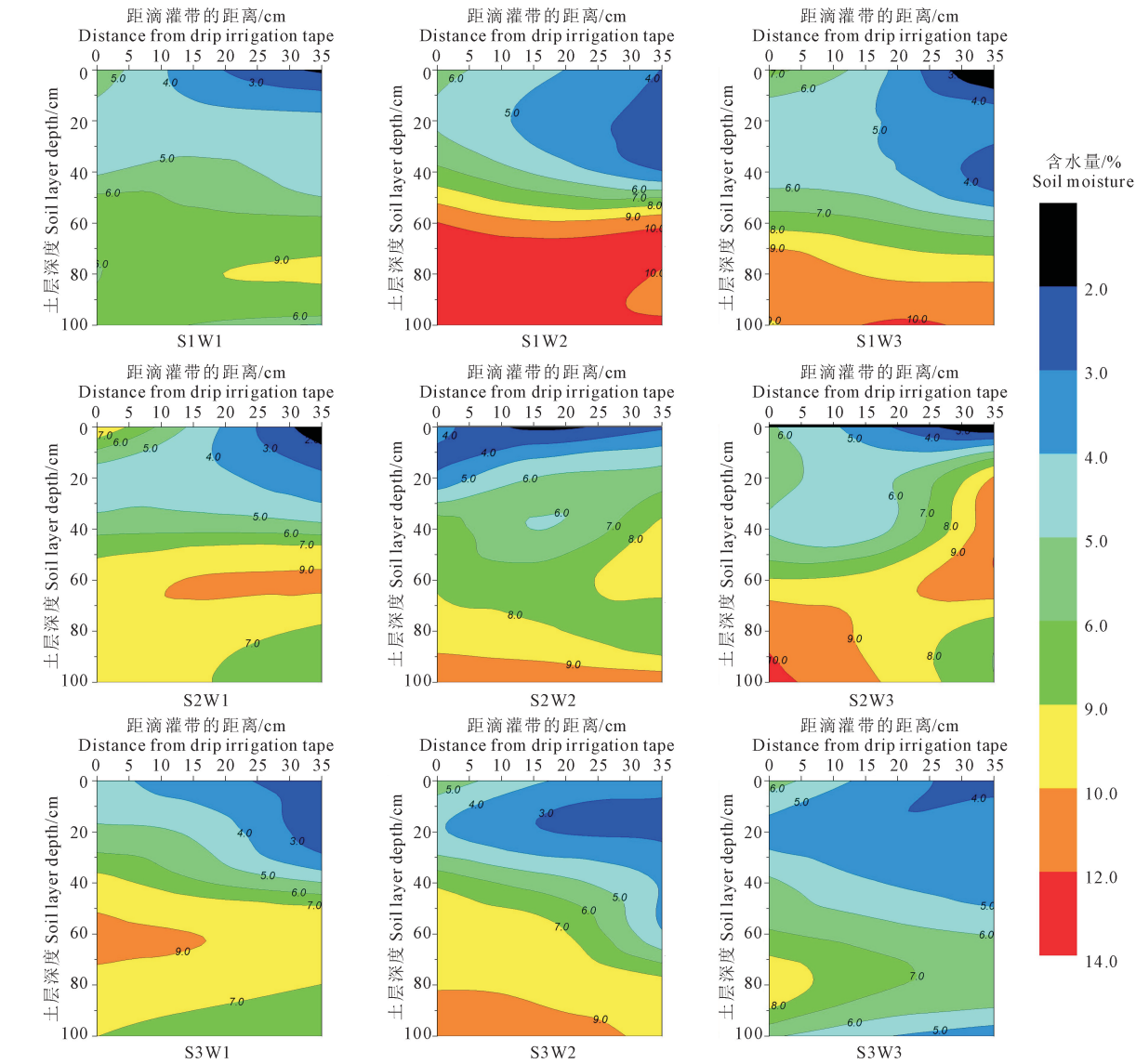


图 1 不同处理膜下滴灌加工番茄土壤水分剖面分布

Fig.1 Distribution of soil moisture profile of tomato under drip irrigation with different treatments

处、土层深度 0~30 cm 范围内含盐量最大,灌水量居中的 S3W2 处理在距滴灌带 15 cm 处、土层深度 30~60 cm 范围内含盐量最大,而灌水量最大的 S3W3 处理在距滴灌带 20 cm 处、土层深度 0~30 cm 范围内含盐量最大,灌水量居中的 S3W2 处理在在距滴灌带 15 cm 处、土层深度 60~100 cm 范围内含盐量最大,说明随着灌水量的增加盐分逐渐下移并且盐分累积增加,这是由于滴灌的压盐作用,灌水量越大压盐效果越明显。

微咸水灌溉后,各处理均表现出不同程度的盐分累积,S1 处理除了在土壤表面有少量的盐分积累外,整个土体 10~100 cm 的平均含盐量较低;S2 处

理 0~30 cm 土壤表层平均含盐量较高,这可能是由于地膜中生长的杂草经常会顶破地膜,从而降低覆膜保温、保水效果,土面蒸发使得盐分在表层聚集;S3 处理整个土体的平均含盐量相对较高,盐随水移,即用 $5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 微咸水灌溉后会留有少量的盐分在土体中。从 9 个处理土壤盐分分布情况来看,滴头正下方含盐量均很小,且在灌水量相同的情况下,随着灌溉水矿化度的增加,20~100 cm 土层土壤含盐量均逐渐增大,这是因为不断滴入土体的水分对土壤中的盐分有淋洗作用,可将土体中过多的盐分带出主根区范围,在重力势的作用下盐分逐渐向湿润锋处累积。

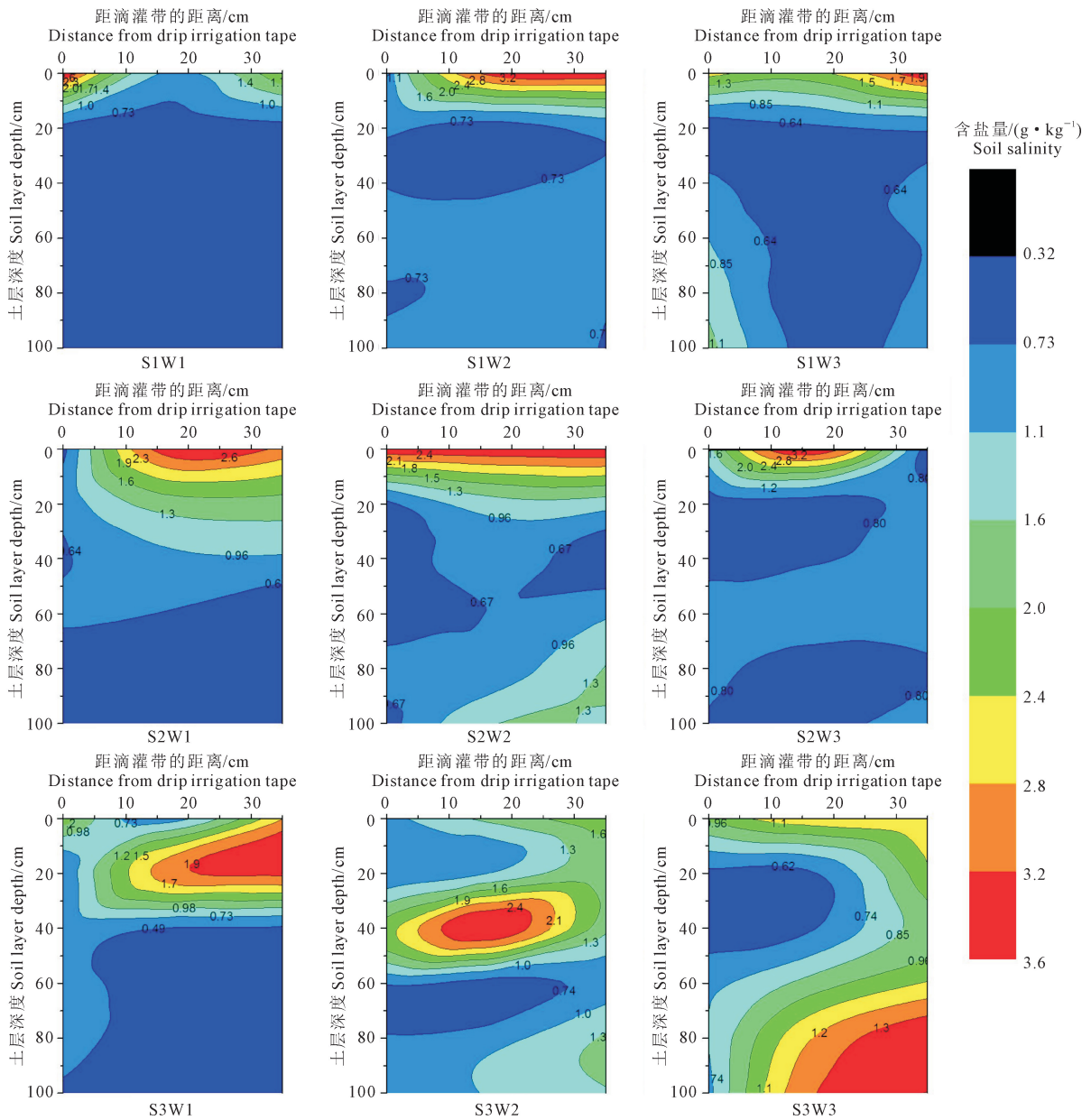


图 2 不同处理膜下滴灌加工番茄土壤盐分剖面分布

Fig.2 Distribution of soil salinity profile of tomato under drip irrigation with different treatments

2.3 灌溉水矿化度对株高、茎粗的影响

株高和径粗是植物的形态指标,在植物特定的生长期,可以直观反映植物的长势和营养吸收状况。不同处理下加工番茄株高与径粗随生育期变化过程见图 3。

从图 3 可以看出,株高和茎粗在整个生育期内的变化都是前期缓慢增长,开花坐果期快速增长,坐果后期之后基本趋于稳定;同时也可以看出,加

工番茄在整个营养生长阶段,株高和茎粗均随着种植时间的增长而呈升高趋势,但随着灌溉水中含盐量的增大,盐分胁迫对株高的抑制作用逐渐显示出来。当灌溉 $1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 微咸水和 $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 微咸水时,株高生长趋势基本相同,移栽 45 d 左右植株生长迅速,在坐果盛期和坐果后期,主要以生殖生长为主,株高变化较小,之后停止生长;当灌溉水为 $5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,加工番茄从苗期开始株高明显低于矿化度 $1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$

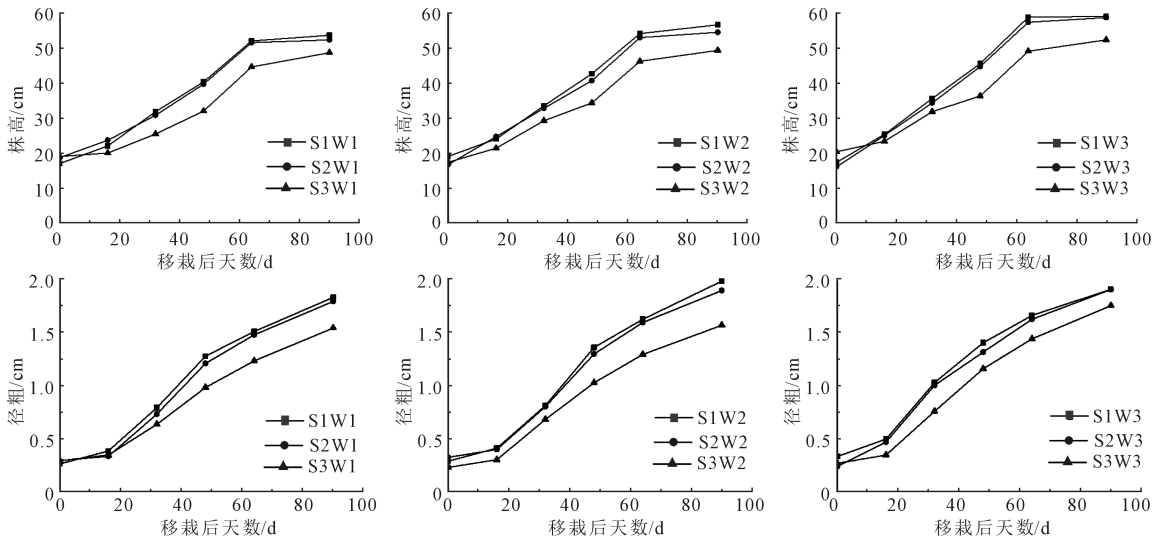


图 3 同一灌水量不同矿化度对株高和茎粗的影响

Fig.3 Effect of different salinity of the same irrigation water on plant height and stem diameter

和 $3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的处理,且生长缓慢。加工番茄全生育期径粗随矿化度的变化趋势和株高的变化基本一致。在苗期,灌水矿化度对径粗的影响并不明显,而在移栽后 45 d 左右,在同一灌水条件下,不同处理径粗均随着矿化度的增大而减小,在同一时间测量,径粗的表现均为: $S1>S2>S3$ 。

2.4 不同灌水处理对加工番茄产量的影响

表 2 为不同灌水处理加工番茄产量及产量构成因素。产量方差分析表明(表 2),各处理产量均有差异性, $S1W3$ 处理下的产量最高,达到 $127\ 613.2\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,在灌水矿化度平均的条件下,产量随着灌水量的增加而升高,产量 Y 表现为 $W3$ 的产量分别比 $W2$ 、 $W1$ 的产量平均增加 6.62% 、 15.18% 。在灌水量平均的条件下,产量在水平 $W1$ 、 $W2$ 、 $W3$ 下呈递减规律,水平 $S3$ 的产量比 $S2$ 平均减少 1.21% ,比 $S1$ 平均减少 17.54% 。双因素方差分析结果显示,不同盐分对加工番茄的产量没有显著影响,各因素对加工番茄产量影响效应按因素由小到大表现为水分因素、盐分因素、交互因素。

表 2 加工番茄产量及其构成因素

Table 2 Yield and components of processing tomato

处理 Treatment	单果质量 Single fruit quality/g	单株结果数/个 Number of results per plant	果穗数/个 Ear number	产量 Yield /($\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)
S1W1	55.83±1.13b	44.60c	25.50±12.0	103802.6b
S1W2	55.77±0.76b	49.20b	26.00±5.0	114385.7a
S1W3	54.86±0.34c	55.80a	34.60±2.0	127613.2a
S2W1	51.11±0.16e	38.00d	19.80±2.0	93628.1c
S2W2	53.43±0.55c	40.80cd	24.00±3.0	100785.7b
S2W3	59.91±1.14a	42.40c	23.80±1.0	105893.9b
S3W1	52.12±0.72d	42.40c	28.50±5.0	92124.7c
S3W2	56.02±0.83ab	47.00b	30.40±0.5	97876.4c
S3W3	55.51±2.10b	43.60c	26.20±5.0	100893.6b
显著性检验(F值) Significance test (F value)				
水分因素 Water factor(W)		17.673 **		19.354 **
盐分因素 Salt factors(S)		6.061 **		89.462 **
交互因素 Interaction factors(S×W)		1.453 *		0.985 *

注:用 Duncan 新复极差法进行方差分析,同列不同字母表示处理间差异达显著水平 ($P<0.05$); * 表示在 $P<0.05$ 水平上差异显著, ** 表示在 $P<0.01$ 水平上差异显著。

Note: Duncan's new repolarization method was used for analysis of variance. Different letters in the same column indicate that the difference between the treatments was significant ($P<0.05$). * indicates that the difference was significant ($P<0.05$), ** indicates that the difference was significant ($P<0.01$).

3 讨 论

膜下滴灌可以使作物根区土壤保持较优的水分条件,且土壤总水势较高有利于作物根系对水分的吸收,但使用微咸水灌溉容易引起作物根区土壤溶液渗透势下降,发生水分胁迫,从而影响作物生长并导致其减产^[21]。本文通过田间试验研究了不同水盐处理对膜下滴灌加工番茄土壤水盐分布及加工番茄生长和产量的影响,以期更好地将膜下滴灌与微咸水灌溉相结合,为新疆地区微咸水可持续膜下滴灌提供理论与技术支撑。

田间土壤水盐分布及贮存范围、位置以及湿润体形状是设计灌溉制度的重要因素,为了高效安全利用微咸水资源,有必要掌握微咸水入渗下的土壤水盐分布规律。本试验条件下,0~60 cm 土壤含水率受蒸发蒸腾及灌水的影响显著,且采用不同矿化度微咸水进行灌溉时,土壤含水量在水平方向的分布有着明显的差异,而垂直方向土壤含水量变化不大。这与吴军虎等^[22]研究结果一致。此外本试验结果还表明,用 $1\sim 5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的微咸水灌溉加工番茄后,湿润区0~100 cm 土体内总盐在不断的增加,增加盐分的多少和灌溉水的矿化度大小呈正比,这与黄丹^[23]等研究结果相似;番茄主根系分布范围内土壤的盐分含量较低,但各处理土壤含盐量总体均有提高。覆膜滴灌条件下,微咸水灌溉会给根层土壤带入盐分,使土壤根层含盐量增加,本试验各处理土壤剖面盐分迁移转化受初始含盐量、灌水量和灌水水质的显著影响,因此,不同的初始条件需要配置不同的灌水量和水质,以保证加工番茄不受盐分胁迫。合理控制微咸水膜下滴灌的矿化度,使用一定矿化度阈值以下的微咸水进行膜下滴灌,对作物生长和产量不会产生很大的影响^[24]。本文研究结果表明,当矿化度为 $5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,番茄植株生长受到抑制,植株生长缓慢,但对产量影响不大,结果与前人^[25-27]分别在番茄、苜蓿、西葫芦上的研究成果一致,说明矿化度过高导致土壤含盐量升高,使得番茄根系周围的土壤溶液浓度过高,抑制根系对水分的吸收,从而影响作物生长。张艳红等^[28]认为,作物产量随灌水矿化度的增大而降低,且用 $2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的微咸水进行短期灌溉苹果是安全可行的。本试验结果表明,采用高水低盐进行微咸水灌溉时加工番茄产量最高,且用 $1\sim 5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的微咸水灌溉加工番茄,其生长和产量是安全的。水盐交互作用下,盐分因素对加工番茄产量影响不显著,水分因素对产量影响显著,且当水分亏缺时,适当增加灌水有

利于加工番茄根系盐分的淋洗,从而提高番茄产量。

试验在微咸水膜下滴灌研究中以灌水定额与矿化度为主要因素,忽略了土壤、湿度温度、光照强度、其他微量元素以及试验配套等其他因素对试验的影响,得出的结论缺乏一定的共性。因而,考虑到环境、气候、作物以及土壤的复杂性,不同参数情况下,微咸水膜下滴灌对作物生长和产量的影响,还全面深入的研究。

4 结 论

1)覆膜微咸水滴灌条件下,不同处理土壤含水量在垂直方向随灌水量和矿化度的波动变化较小,且不同处理水平方向距滴头35 cm处土壤含水量最小。同一灌溉水质条件下,膜下滴灌随着灌水量的增加盐分逐渐向水平距滴头35 cm处聚集,且灌水量越大压盐效果越明显。矿化度达到 $5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,灌水对土壤盐分的淋洗能力小于灌水带入土壤中的盐分,灌溉对土壤盐分的淋洗作用随着灌水量降低而减弱,土壤积盐量最大。

2)通过一年的试验研究,本试验在全面考虑水盐分布规律、加工番茄生长及产量等各项指标后,认为覆膜滴灌条件下,利用灌水定额 $458\text{ m}^3\cdot\text{hm}^{-2}$ 和灌水矿化度 $3\sim 5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 的微咸水对加工番茄进行灌溉对其产量影响不大,且节约了灌溉水资源;同时认为在在淡水资源比较缺乏而微咸水资源比较丰富的新疆地区,采用 $3\sim 5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 微咸水对加工番茄进行膜下滴灌是安全可行的。

参 考 文 献:

- [1] 郑丽芬. 中国水资源状况及水资源安全问题的研究[J]. 黑龙江科技信息, 2015(20): 198.
- [2] 王全九, 单鱼洋. 微咸水灌溉与土壤水盐调控研究进展[J]. 农业机械学报, 2015, 46(12): 117-126.
- [3] 徐秉信, 李如意, 武东波, 等. 微咸水的利用现状和研究进展[J]. 安徽农业科学, 2013, 46(36): 13914-13916, 13981.
- [4] 何雨江, 汪炳国, 王在敏, 等. 棉花微咸水膜下滴灌灌溉制度的研究[J]. 农业工程学报, 2010, 26(7): 14-20.
- [5] 孟超然, 颜林, 张书捷, 等. 干旱区长期膜下滴灌农田耕层土壤盐分变化[J]. 土壤学报, 2017, 54(6): 1386-1394.
- [6] 马文军, 程琴娟, 李良涛, 等. 微咸水滴灌条件下土壤水盐分布特征试验研究[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(6): 73-80.
- [7] 刘广明, 杨劲松, 李冬顺, 等. 地下水作用条件下粉砂壤土盐分动态研究[J]. 土壤学报, 2001, 38(3): 365-372.
- [8] 史晓楠, 王全九, 苏莹, 等. 微咸水水质对土壤水盐运移特征的影响[J]. 干旱区地理, 2005, 28(4): 516-519.
- [9] 马东豪, 王全九, 来剑斌, 等. 膜下滴灌条件下灌水水质和流量对土壤盐分分布影响的田间试验研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(3): 42-46.