

DOI: 10.13758/j.cnki.tr.2020.02.012

霍轶珍, 丁春莲, 王文达, 等. 不同封孔方式对番茄缓苗期土壤水盐分布及番茄生长的影响. 土壤, 2020, 52(2): 307–310

不同封孔方式对番茄缓苗期土壤水盐分布及番茄生长的影响^①

霍轶珍^{1,2}, 丁春莲^{1,2*}, 王文达^{1,2}, 李生勇^{1,2}, 郭彦芬^{1,2}

(1 河套学院土木工程系, 内蒙古巴彦淖尔 015000; 2 内蒙古自治区河套灌区灌溉排水工程技术研究中心, 内蒙古巴彦淖尔 015000)

摘要: 为探究不同封孔方式对番茄幼苗成活率的影响, 试验以传统土封孔为对照, 设置不封孔和沙封孔两个处理, 对比研究 3 个处理方式下土壤水盐分布特征及番茄幼苗的生长状况。结果表明: 不同处理间各土层土壤含水量和含盐量差异不显著。不封孔和沙封孔较土封孔显著降低了番茄根系区土壤含水量, 0~10 cm 和 10~20 cm 含水量平均较土封孔低 12.82%、9.61% 和 11.39%、10.13%, 为番茄幼苗的生长提供了适宜的土壤水分条件; 根系区 0~10 cm 和 10~20 cm 含盐量平均较土封孔低 30.17%、34.64% 和 30.26%、28.29%, 抑制了土壤盐分表聚, 为幼苗的生长提供了相对淡化的土壤环境。不同处理间番茄植株生长状况基本一致, 但不封孔和沙封孔促进了幼苗根系的伸长, 并显著提高了幼苗成活率, 幼苗扎根深度平均较土封孔高 13.74% 和 9.16%, 成活率高 10.36% 和 11.06%。河套灌区番茄定植栽培宜采用不封孔或沙封孔。

关键词: 封孔方式; 土壤含水量; 土壤含盐量; 成活率; 番茄; 河套灌区

中图分类号: S641.2; S156.4 **文献标志码:** A

Effects of Different Sealing Methods on Soil Moisture, Salt Distribution and Growth of Tomato in Seedling Stage

HUO Yizhen^{1,2}, DING Chunlian^{1,2*}, WANG Wenda^{1,2}, LI Shengyong^{1,2}, GUO Yanfen^{1,2}

(1 Department of Civil Engineering, Hetao University, Bayannur, Inner Mongolia 015000, China; 2 Irrigation and Drainage Engineering Technology Research Center, Bayannur, Inner Mongolia 015000, China)

Abstract: To explore the effect of different sealing methods on the survival rate of tomato seedlings, three treatments of soil sealing were designed in this paper, which included the traditional soil sealing (CK), unsealed hole and sand sealed hole, and the distribution of soil water, salt and the growth of tomato seedlings were compared. The results showed that no significant difference existed between soil moistures and salt contents in different soil layers between tomato plants. Unsealed hole and sand sealed hole reduced average soil moistures of tomato root area significantly by 12.82% and 9.61% for 0–10 cm soil, 11.39% and 10.13% for 10–20 cm soil compared with those of CK, which provided suitable soil moisture for tomato seedling growth. Unsealed hole and sand sealed hole reduced average salt contents of root zone by 30.17% and 34.64% for 0–10 cm soil and 30.26% and 28.29% for 10–20 cm soil compared with those of CK, which inhibited soil salt accumulation and provided a relatively desalinated soil environment for tomato seedling growth. The growth of tomato seedlings were similar under different treatments, but unsealed hole and sand sealed hole promoted the elongation of seedling roots, significantly increased the survival rate of tomato seedlings, and increased the root depth of tomato seedlings by 13.74% and 9.16% and the survival rate by 10.36% and 11.06% compared with those of CK, thus, unsealed hole or sand sealed hole should be adopted for tomato planting in Hetao irrigation area.

Key words: Sealing methods; Soil moisture; Soil salt content; Survival rate; Tomato; Hetao irrigation district

内蒙古河套灌区属于典型的盐渍化灌区, 由于灌区年降雨量稀少, 蒸发强度大, 且引黄灌溉地下水位较高, 使得土壤盐碱化程度日益加剧^[1-2]。番茄是河套灌区主要的经济作物, 但受土壤盐碱化日益加重的

①基金项目: “十三五”国家重点研发计划项目 (2016YFC0400205)、巴彦淖尔市科技局资助项目(2017K54)和乌梁素海流域山水林田湖草生态保护修复试点工程项目(2019HYYSZX)资助。

* 通讯作者(497433859@qq.com)

作者简介: 霍轶珍(1966—), 女, 内蒙古巴彦淖尔人, 硕士, 教授, 主要从事节水灌溉技术研究。E-mail: 805296445@qq.com

影响, 导致番茄成活率、产量及质量明显下降^[3-4], 成为了制约灌区番茄产业发展的主要因素。有研究表明, 地膜覆盖后, 明显改善了土壤的水热盐状况, 使得作物产量和水分利用效率显著提高, 从而在农业生产过程中被广泛应用^[5-9]。但由于番茄属于移栽定植的种植方式, 地膜覆盖后, 改变了土壤水盐的运移途径, 易造成土壤盐分向定植孔处积聚, 从而威胁番茄幼苗的生长和成活^[10]。因此, 如何避免盐分表聚, 提高番茄幼苗的成活率, 保证幼苗正常生长发育, 是急需解决的技术问题。本研究在前人的研究基础上, 通过设置不封孔和沙封孔两个处理, 并与传统土封孔方式对比研究不同封孔方式对土壤水盐分布特征及幼苗生长发育和成活率的影响, 旨在为灌区番茄种植提供技术支撑, 对灌区番茄产业的发展具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验区位于内蒙古巴彦淖尔市临河区城关镇河套学院灌排实验基地进行, 该地区多年平均降雨量 140 mm, 蒸发量 2 306.5 mm, 平均气温 6.8 °C, 平均日照时数 3 229.9 h, 无霜期 130 d 左右, 属典型的中温带干旱大陆性气候。试验区以粉砂壤土为主, 0~100 cm 土壤平均容重 1.51 g/cm³, 土壤田间持水量为 0.239 cm³/cm³, 灌溉水源为黄河水, 平均矿化度 0.6~0.8 g/L。

1.2 试验设计

番茄采用垄作沟灌的种植方式, 利用一体式开沟机开沟覆膜, 沟内及垄面两侧进行覆膜, 垄面宽 90 cm, 沟顶宽 20 cm, 沟深 20 cm, 垄面两侧覆膜宽 30 cm, 地膜选用 0.008 mm 厚聚乙烯农用地膜, 膜宽 120 cm。沟底每隔 150 cm 打一孔洞并覆土, 孔洞直径 10 cm 左右, 以便灌溉水入渗。供试番茄苗选用当地常规品种石番 97-10, 于当地温室棚购买成苗。种植方式为每垄种植 2 行, 行距 70 cm, 株距 50 cm, 开沟覆膜时于垄面施入氯化钾 37.5 kg/hm², 磷酸二铵 375 kg/hm²。

试验以定植苗孔土封孔为对照, 设置不封孔和沙封孔两个处理, 采用小区试验, 3 次重复。番茄幼苗定植后土封孔和沙封孔两个处理分别采用淤灌土和细沙将苗孔空隙填满。待缓苗期过后, 3 个处理均用土进行封孔。5 月 21 日选取长势相近且健壮的幼苗进行移栽, 幼苗以长出 5~6 片叶片时移栽为宜。移栽后需及时在苗孔内浇水, 每孔 100 ml; 5 月 26 日

浇缓苗水, 每孔 70 ml; 6 月 1 日进行膜上灌溉, 灌水定额 750 m³/hm²。

1.3 测定项目及方法

采用土钻分别在番茄棵间中间位置和距定植孔中心 2.5 cm 处取土测定番茄棵间和根系区域土壤含水量和土壤盐分, 取样深度为 0~10、10~20、20~30、30~40、40~60、60~80 和 80~100 cm 共 7 层, 各处理 3 次重复。土壤含水量采用烘干称重法; 采用电导率仪进行电导率的测定, 然后根据经验公式^[11]换算为全盐量:

$$Q = 3.471EC + 0.015 \quad (1)$$

式中: Q 为土壤全盐质量分数, g/kg; EC 为土壤 1:5 浸提液在 25 °C 时的电导率值, mS/cm。

番茄缓苗期后取样测定番茄株高、茎粗、根系长度并统计成活率。

1.4 数据处理

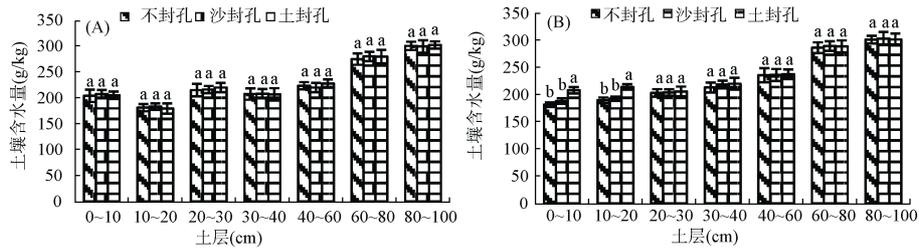
采用 Microsoft Excel 2003 进行数据的处理并进行图表的绘制, 利用 SPSS17.0 进行试验数据的方差检验。

2 结果与分析

2.1 不同封孔方式对土壤水分的影响

由图 1 可知, 不同处理番茄棵间各土层含水量变化趋势一致, 且处理间无显著性差异 ($P > 0.05$)。由于垄上及灌水沟均覆膜, 从而切断了土壤水分与大气间的交换渠道。在灌溉水上渗及温度梯度的作用下, 下层土壤中水分向上运移到地表处时, 受隔膜效应影响, 土壤水分冷凝后返回地表, 使得表层 0~10 cm 土壤含水量处于较高水平, 此阶段各处理含水量在 204.2~207.4 g/kg; 沟灌过程中, 由于两侧覆膜, 土壤水分以下渗为主, 侧渗及上渗土壤水分较少, 同时在水分向上运移的作用下, 使得 10~20 cm 土壤水分明显低于其他各土层, 而 20~30 cm 土壤含水量处于较高水平。40 cm 以下土体由于受外界影响较弱, 同时灌区开始灌溉, 地下水位较高, 各土层含水量随土层深度的增加呈递增趋势。

对比不同处理间番茄根系区土壤含水量可知, 土封孔土壤表层 0~10 cm 含水量平均较不封孔和沙封孔高 12.82% 和 9.61%, 10~20 cm 平均高 11.39% 和 10.13%, 差异性显著 ($P < 0.05$), 但不封孔和沙封孔间差异性不显著 ($P > 0.05$)。这主要是由于地表覆盖切断水分垂向蒸发渠道后, 定植苗孔成为了土壤水分蒸发的唯一通道^[12]。土封孔由于在定植水及缓苗水的作用下, 使得覆盖土壤与番茄苗基质达到了水分平



(图柱上方小写字母不同表示同一土层深度不同处理间差异达 $P < 0.05$ 显著水平, 下同)

图 1 不同封孔方式下番茄裸间(A)及根系区(B)土壤水分含量

Fig. 1 Soil moistures in tomato root zones (A) and between plants(B) under different sealing methods

衡, 毛管相通成为一体, 土壤的蓄水能力较强, 在下层土壤水分上移的补给作用下, 土壤水分处于较高水平; 沙封孔由于沙粒间空隙较大, 不能与番茄苗基质有效结合形成毛管, 从而得不到下层土壤水分的有效供给, 同时沙子的持水性较弱, 土壤水分蒸发较快, 因此, 含水率较低; 不封孔由于番茄苗基质完全裸露于大气中, 蒸发量大, 同时基质与苗孔土壤未能有效结合, 不能形成毛管连接, 从而不能有效得到下层土壤水分的供应^[13], 土壤含水量较低, 与杜社妮等^[14]的研究结果基本一致。下层土壤受封孔方式影响较弱, 各处理 30 cm 以下土层含水量水平相当, 无显著性差异 ($P > 0.05$), 且随土层深度的增加呈递增趋势。

2.2 不同封孔方式对土壤盐分的影响

河套灌区属于典型的盐渍化灌区, 且在 5、6 月份气温相对较高, 土壤水分蒸发强烈, 盐随水走, 向表层积聚, 返盐现象严重, 不同程度威胁作物的生长。但由于试验田地表受地膜覆盖影响, 阻断了水分垂向蒸发通道, 盐分向上层土壤迁移量较少, 且表层土壤经过前一年的秋浇灌溉, 土壤盐分被有效淋洗到深层土壤, 含盐量较低, 为番茄缓苗提供了相对淡化的土壤环境^[15]。由图 2 可知, 各处理番茄裸间 0~40 cm 表层土壤盐分

含量呈现逐层递减趋势, 且处理间无显著性差异 ($P > 0.05$)。而深层 40 cm 以下各处理土壤含盐量随土层深度增加呈递增趋势, 这一方面受灌水淋洗盐分的影响, 另一方面由于灌区灌溉, 地下水矿化度较高, 受浅层地下水补给的作用, 使得深层土壤盐分含量较高。

对比各处理根系区土壤含盐量可知, 土壤表层 0~30 cm 含盐量差异较大。表层 0~10 cm 和 10~20 cm 土壤含盐量以土封孔最高, 分别较不封孔和沙封孔高 30.17%、34.64% 和 30.26%、28.29%, 差异性显著 ($P < 0.05$), 而不封孔和沙封孔间差异性不显著 ($P > 0.05$); 这主要是由于土封孔与番茄苗基质结合形成了毛管, 而定植苗孔为土壤水分垂向蒸发的唯一通道, 在强烈的蒸发作用下, 盐随水走, 向表层积聚现象严重, 而沙封孔和不封孔由于均未形成有效毛管, 不能得到下层土壤水分的有效供给, 土壤相对干燥, 蒸发强度低, 因此表层积盐量较少^[16]。20~30 cm 土壤含盐量以不封孔最高, 分别较沙封孔和土封孔高 14.81% 和 25.68%, 差异性显著 ($P < 0.05$); 沙封孔较土封孔高 9.46%, 差异性显著 ($P < 0.05$), 这可能与灌溉水淋洗盐分效果不同有关^[14]。30 cm 以下各处理土壤含盐量变化趋势一致, 且差异性不显著 ($P > 0.05$)。

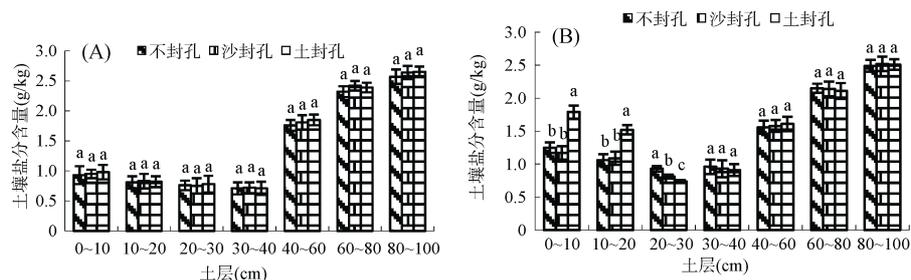


图 2 不同封孔方式下番茄裸间(A)及根系区(B)土壤盐分含量

Fig. 2 Soil salt contents in tomato root zones (A) and between plants (B) under different sealing methods

2.3 不同封孔方式对番茄幼苗生长的影响

不同封孔方式不同程度影响了土壤水盐的分布, 进而影响番茄幼苗的生长发育。由表 1 可知, 不同封孔方式未对番茄植株的生长造成严重影响, 3

种封孔方式下番茄幼苗株高和茎粗相当, 无显著性差异 ($P > 0.05$)。由于番茄根系的生长具有向水性, 而土封孔表层土壤水分含量较高, 因此扎根较浅; 而不封孔和沙封孔由于表层土壤水分含量相对较低,

扎根较深, 平均较土封孔深 13.74% 和 9.16%, 差异性显著($P<0.05$), 沙封孔和不封孔间差异性不显著($P>0.05$)。有研究表明, 番茄根系生长最适宜的土壤含水量为田间持水量的 60% ~ 80%, 且为中等耐盐植物^[3,17], 因此适宜的土壤水盐条件是保证其成活的基础。研究发现, 不封孔和沙封孔表层 0 ~ 20 cm 土壤含水量均在田间持水率的 75% ~ 80% 之间, 而土封孔含水量高于田间持水率的 80%, 不适宜番茄根系的生长发育; 同时对比发现, 土封孔表层 0 ~ 20 cm 土壤含盐量显著高于不封孔和沙封孔处理, 从而抑制了番茄幼苗的生长和成活, 不封孔和沙封孔番茄幼苗成活率分别较土封孔高 10.36% 和 11.06%, 差异性显著($P<0.05$), 不封孔和沙封孔差异性不显著($P>0.05$)。

表 1 不同封孔方式下番茄幼苗生长指标
Table 1 Growth indexes of tomato seedlings under different sealing methods

处理	株高(cm)	茎粗(cm)	扎根深度(cm)	成活率(%)
不封孔	23.15 a	0.51 a	14.9 a	92.98 a
沙封孔	23.29 a	0.52 a	14.3 a	93.57 a
土封孔	23.54 a	0.52 a	13.1 b	84.25 b

注: 表中同列数据小写字母不同表示处理间差异达 $P<0.05$ 显著水平。

3 结论

1) 各处理棵间土壤水分、土壤盐分差异性不显著。不封孔和沙封孔根系区土壤含水量和含盐量较土封孔显著降低, 0 ~ 10 cm 和 10 ~ 20 cm 含水量平均较土封孔低 12.82%、9.61% 和 11.39%、10.13%, 为番茄幼苗的生长提供了适宜的土壤水分条件; 含盐量平均较土封孔低 30.17%、34.64% 和 30.26%、28.29%, 抑制了土壤盐分表聚, 为幼苗的生长提供了相对淡化的土壤环境。

2) 不同处理间番茄植株生长状况基本一致, 株高和茎粗指标差异性不显著。由于不封孔和沙封孔适宜的土壤水盐环境, 促进了幼苗根系的生长, 并显著提高了幼苗成活率, 不封孔和沙封孔处理幼苗扎根深度平均较土封孔深 13.74% 和 9.16%, 幼苗成活率提高 10.36% 和 11.06%。因此, 综合考虑, 河套灌区番茄定植栽培宜采用不封孔或沙封孔。

参考文献:

- [1] 刘瑞敏, 杨树青, 史海滨, 等. 河套灌区中度盐渍化土壤改良产品筛选研究[J]. 土壤, 2017, 49(4): 776-781.
- [2] 倪东宁, 李瑞平, 史海滨, 等. 套种模式下不同灌水方式对玉米根系区土壤水盐运移及产量的影响[J]. 土壤, 2015, 47(4): 797-804.
- [3] 张飞, 梁燕. 番茄对盐胁迫的反应及其耐盐性鉴定的进展[J]. 长江蔬菜: 学术版, 2011(4): 1-4.
- [4] 张纪涛, 徐猛, 韩坤, 等. 盐胁迫对番茄幼苗的营养及生理效应[J]. 西北农业学报, 2011, 20(2): 128-133.
- [5] 潘渝, 郭谨, 李毅, 等. 地膜覆盖条件下的土壤增温特性[J]. 水土保持研究, 2002, 9(2): 130-134.
- [6] Li F M, Wang P, Wang J, et al. Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semiarid Loess Plateau of China[J]. Agricultural Water Management, 2004, 67(2): 77-88.
- [7] 李尚忠, 王勇, 樊廷录, 等. 旱地玉米不同覆膜方式的水温及增产效应[J]. 中国农业科学, 2010, 43(5): 922-931.
- [8] 段义忠, 亢福仁. 不同覆盖材料对旱地马铃薯土壤水热状况及其水分利用效率的影响[J]. 水土保持通报, 2014, 34(5): 55-59, 66.
- [9] 张永涛, 汤天明, 李增印. 地膜覆盖的水分生理生态效应[J]. 水土保持研究, 2001, 8(3): 45-47.
- [10] 李爱国, 曹建华, 宗建梅. 重盐碱地加工番茄移栽方法研究[J]. 中国蔬菜, 2008, 1(1): 25-26.
- [11] 白岗栓, 杜社妮, 于健, 等. 激光平地改善土壤水盐分布并提高春小麦产量[J]. 农业工程学报, 2014, 29(8): 125-134.
- [12] 高金芳, 李毅, 陈世平, 等. 覆膜开孔蒸发条件下土体高度对水盐运移的影响[J]. 农业机械学报, 2010, 41(9): 50-55.
- [13] Yamanaka T, Takeda A, Sugita F. A modified surface-resistance approach for representing bare-soil evaporation: Wind tunnel experiments under various atmospheric conditions[J]. Water Resource Res., 1997, 33(9): 2117-2128.
- [14] 杜社妮, 于健, 耿佳俊, 等. 定植孔密封方式对土壤水热盐及番茄苗存活率的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(12): 110-116.
- [15] 梁建财, 史海滨, 李瑞平, 等. 覆盖对盐渍土壤冻融特性及秋浇灌水质量影响研究[J]. 农业机械学报, 2015, 46(4): 98-105.
- [16] 耿佳俊, 白岗栓, 杜社妮, 等. 保水剂施用方式对土壤水盐及番茄生长的影响[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(3): 65-70.
- [17] Cuartero J, Fernández-Muñoz R. Tomato and salinity[J]. Scientia Horticulture, 1999, 78(1/4): 83-125.