

不同基质及灌水量对番茄幼苗生长的影响

王哲, 夏辉*, 袁浩, 孟圆, 赵新凯

(河北农业大学, 河北保定 071000)

摘要:【目的】筛选适合番茄幼苗生长的育苗基质以及适宜的灌水量。【方法】于2018年8—9月在河北农业大学城乡建设学院农业水土工程实验室温室大棚内进行番茄育苗, 研究了3种基质配方(原状土、沙子与蛭石体积比8:1:1的 S_1 基质; 购买于河北省保定市莲池区保育栽培厂的 S_2 基质; 草炭土、珍珠岩与蛭石体积比3:1:1的 S_3 基质)、2种不同灌水量(W_1 为40 mm、 W_2 为30 mm)情况下番茄的出苗率与幼苗形态生长情况。【结果】 S_3 基质出苗率最大, 能够较好地满足番茄种子发芽, 低灌水量 W_2 能够更好促进番茄种子萌发出苗, 播种第8天出苗率达64.58%。 S_2 基质有利于番茄幼苗地上部的生长, 高灌水量 W_1 有利于 S_1 、 S_2 与 S_3 基质茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加, S_2W_1 处理分别日均增长0.02 mm、0.19个、11.66 mm²、6.42 mg; 而低灌水量 W_2 则有利于 S_1 、 S_2 与 S_3 基质株高的增加, S_2W_2 处理日均增长0.18 cm。 S_1 基质有利于番茄地下部的生长, 但灌水量对 S_1 、 S_2 与 S_3 基质地下部生长指标的表现不同, S_1W_2 处理根长日均增长2.27 mm, S_1W_1 处理根径、根表面积、根体积日均增长0.03 mm、6.57 mm²、1.30 mm³。【结论】 S_3 基质低灌水量 W_2 有利于番茄种子萌发出苗, S_1 与 S_2 基质高灌水量 W_1 分别有利于番茄幼苗地下部与地上部的生长。

关键词: 番茄; 育苗基质; 灌水量; 出苗率; 幼苗形态

中图分类号: S641.2

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2019158

王哲, 夏辉, 袁浩, 等. 不同基质及灌水量对番茄幼苗生长的影响[J]. 灌溉排水学报, 2020, 39(2): 16-21.

WANG Zhe, XIA Hui, YUAN Hao, et al. Effects of different substrates and irrigation amount on the growth of tomato seedlings [J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2020, 39(1): 16-21.

0 引言

番茄是目前世界上种植面积最广且最受欢迎的蔬菜作物之一, 也是肉果及茄科的典型模式植物^[1], 育苗是番茄生产的重要环节。基质是一种用于固定栽培作物, 提供作物根系水分和营养的基础物质^[2]。目前, 许多学者对育苗基质做了大量的研究。宋志刚等^[3]的研究表明 100%稻草与稻草:稻壳=3:1的复合基质培育的番茄幼苗的生理指标显著优于传统的草炭、蛭石混合基质。王鹏勃等^[4]的研究发现, 基质配方(菇渣:牛粪:珍珠岩=3:3:4)培育的番茄幼苗形态显著优于传统的优势配方(草炭:珍珠岩=2:1)。夏亚真等^[5]的研究表明, 在番茄育苗基质中添加 10%~30%的生物炭有助于改善育苗基质的通气性, 降低育苗基质的体积质量, 提高基质 EC 和 pH 值, 同时在育苗基质中添加 20%的生物炭能够显著提高番茄幼苗的茎粗等, 有利于番茄幼苗生长。此外, 对不同配比的常用基质(草炭、珍珠岩、蛭

石)也进行了诸多探索, 陈阳等^[6]的研究表明泥炭土:珍珠岩:蛭石=2:1:1的基质处理番茄发芽率、成苗率最高, 张瑞芬^[7]的研究表明 $V_{草炭}:V_{蛭石}=2:1$ 的基质处理表现好, 出苗早、整齐, 出苗率高, 同时二者的研究中此基质处理下番茄幼苗株高、茎粗、根长等生长指标在自行配制的基质中均最大。目前还未有原状土进行配比基质的研究, 因此, 兹设置3种不同类型的基质, 原状土配比、营养土以及常规基质配比, 期望以简单的基质配比寻求成本低而效益大的基质, 同时设置2种不同灌水量意在寻找最优灌溉制度, 通过比较各处理番茄出苗率及幼苗生长状况, 以期筛选出适合番茄出苗及幼苗生长的基质配方与适宜的灌水量, 为番茄育苗提供一定的理论及参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试番茄为福星高档粉果番茄, 供试基质为3种(S_1 、 S_2 、 S_3), S_1 取自河北农业大学原状土, 经自然风干后与沙子、蛭石按体积比例8:1:1进行配制, S_2 为购买于河北省保定市莲池区保育栽培厂的壮园育苗营养土, S_3 为自配基质, 草炭土、珍珠岩与蛭石按3:1:1体积配制。表1为各基质的理化性质。

收稿日期: 2019-08-03

作者简介: 王哲(1994-), 男, 硕士研究生, 主要从事农业水土资源与环境研究。E-mail: 272061004@qq.com

通信作者: 夏辉(1978-), 女, 副教授, 主要从事农业水土资源与环境研究。E-mail: xiahui1106@163.com

表 1 不同基质的理化性质

Table 1 Physicochemical properties of different substrates

基质 类型 Substrate type	体积质量 Bulk weight / (g cm ⁻³)	田间持水 率 Field capacity/ %	总孔隙 度 Total porosity /%	pH 值	EC/ (mS cm ⁻¹)	NO ₃ ⁻ -N/ (mg kg ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N/ (mg kg ⁻¹)	有效磷量 Available phosphorus/ (mg kg ⁻¹)	速效钾量 Available potassium/ (mg kg ⁻¹)	有机质量 Organic matter/ (g kg ⁻¹)
S ₁	1.03	20.00	21.00	7.85	0.18	11.54	1.42	5.82	134.10	11.53
S ₂	0.44	58.87	66.00	4.80	3.27	105.65	151.79	120.63	2 422.00	279.47
S ₃	0.35	66.90	75.00	6.71	0.54	62.93	7.81	16.00	572.00	290.98

1.2 试验设计

试验于 2018 年 8—9 月于河北农业大学城乡建设学院农业水土工程实验室温室大棚内进行 (38°50'N, 115°28'E)。将基质按照配方进行混合装入育苗箱中, 育苗箱外形为长方体, 长 60 cm, 宽 40 cm, 高 50 cm, 体积为 1.2×10⁵ cm³。番茄种子经浸泡后在育苗箱内等间距进行播种, 4 行 6 列, 行距为 8 cm, 列距为 8.57 cm, 每穴 3 粒, 每个育苗箱播 72 个番茄种子, 育苗期间气温、空气湿度等条件通过人工控制满足番茄生长生育要求, 气温控制在 24~35 °C 之间, 空气湿度控制在 34%~65% 之间。试验设计不同基质 (S₁、S₂、S₃) 及不同灌水量 (W₁、W₂) 2 个因素, 共 6 个处理, 每个处理设置 4 个重复, 共 24 个育苗箱, 灌水方式为滴灌, 通过测定 3 种基质田间持水率, 综合分析灌水上下限, 确定灌水上限为最大田间持水率, 灌水下限为最大田间持水率的 75%, 同时假设灌溉水利用系数为 0.9 左右, 根据耗水强度确定灌水周期。因此, 每个育苗箱灌水周期为 2 d, 每个育苗箱 W₁、W₂ 灌水总量分别为 40、30 mm, 其中 W₂ 为 W₁ 的 75%。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 基质理化性质的测定

基质体积质量和总孔隙度采用环刀法测定^[8]; EC 由意大利哈纳公司生产的手持式电导率测定仪 (HI98331) 测定; pH 值由上海仪电科学仪器股份有限公司生产的雷磁离子计 (PXSJ-226) 测定; NO₃⁻-N 量采用紫外分光光度法测定; NH₄⁺-N 量采用靛酚蓝比色法测定; 有效磷采用钼锑抗比色法测定; 速效钾采用火焰光度法测定^[9]。

1.3.2 番茄形态指标的测定

用直尺测量番茄的株高、叶片长度、叶片宽度、根长; 用电子游标卡尺测量番茄茎粗、根径 (分别在不同方向上测量主根中部与须根中部根径 3 次并取平均值); 用电子分析天平对番茄的地上部鲜质量、地上部干质量进行称质量; 用目测法计数番茄的叶片数; 用直接测量法计算番茄的根表面积、根体积; 用折算系数法计算番茄的叶面积, 折算系数为 0.68^[10]。在播种第 8 天调查番茄出苗率, 播种第

24 天和第 37 天进行番茄幼苗生长形态的测定。

1.4 数据处理

利用 Excel 软件进行数据统计, 采用 SPSS 17.0 软件对数据进行方差分析, 采用 Duncan 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同处理对番茄出苗的影响

表 2 为番茄播种第 8 天不同处理出苗率情况, 由表 2 可看出, 不同处理番茄出苗率不同, 所有试验处理出苗率在 45.00%~65.00% 之间, S₃W₂ 处理出苗率显著大于 S₂W₁ 处理。播种第 8 天, 对于不同基质, S₁、S₂ 与 S₃ 基质平均出苗率分别为 53.65%、49.14%、61.29%; 对于不同灌水量, S₁ 基质高灌水量 W₁ 下出苗率大, S₂ 和 S₃ 基质高灌水量 W₁ 下出苗率反而小。综上所述, S₃ 基质能够较好地满足番茄种子发芽对环境条件所需, 同时 S₃W₂ 处理播种第 8 天出苗率为 64.58%, 能够更好地促进番茄种子萌发和出苗。

2.2 不同处理对番茄幼苗地上部的影响

表 3 为不同处理番茄幼苗地上部生长指标。由表 3 可以看出, 播种 24 d, S₂W₁ 处理株高显著大于 S₁W₂ 与 S₃W₁ 处理, 最大相差 3.10 cm; S₂W₁、S₃W₁ 与 S₃W₂ 处理茎粗显著大于 S₁W₁ 处理, 最大相差 0.30 mm; 各处理间叶片数无显著性差异; S₂W₁ 处理叶面积显著大于 S₁W₁、S₁W₂ 与 S₃W₂ 处理, 最大相差 25.69 mm²; S₂W₂ 处理地上部鲜质量显著大于 S₁W₂ 与 S₃W₂ 处理, 最大相差 17.80 mg。

随着番茄播种天数的增加, 番茄幼苗的株高、茎粗、叶片数、叶面积、地上部鲜质量和地上部干质量均呈升高的趋势, 播种 37 d, S₂W₁ 与 S₂W₂ 处理株高显著大于 S₁W₂、S₃W₁ 与 S₃W₂ 处理, 最大相差 3.53 cm; S₂W₁ 与 S₃W₁ 处理茎粗显著大于 S₁W₁ 与 S₁W₂ 处理, 最大相差 0.33 mm; 各处理之间叶片数无显著性差异; S₂W₁ 处理叶面积显著大于 S₁W₁ 处理, 最大相差 158.50 mm²; S₂W₁ 处理地上部鲜质量显著大于 S₁W₁ 与 S₁W₂ 处理, 最大相差 84.70 mg; S₂W₁ 处理地上部干质量显著大于处理 S₁W₁, 最大相差 4.50 mg。

番茄播种 24~37 d, S₁W₁、S₁W₂、S₂W₁、S₂W₂、

S_3W_1 、 S_3W_2 处理株高日均增长 0.05、0.12、0.15、0.18、0.10、0.12 cm；茎粗日均增长 0.02、0.01、0.02、0.01、0.02、0.01 mm；叶片数日均增长 0.06、0.06、0.19、0.17、0.19、0.08 个；叶面积日均增长 1.16、2.84、11.66、6.16、9.17、4.76 mm²；地上部鲜质量日均增长 0.50、1.15、6.42、2.58、4.22、3.35 mg。对于不同基质， S_2 基质有利于番茄株高、茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加；对于不同灌

水量，高灌水量 W_1 有利于 S_1 、 S_2 与 S_3 基质茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加，而低灌水量 W_2 则有利于 S_1 、 S_2 与 S_3 基质株高的增加。综上所述， S_2W_1 处理有利于株高的增加， S_2W_1 处理有利于茎粗的增加， S_2W_1 与 S_3W_1 处理有利于叶片数的增加， S_2W_1 处理有利于叶面积的增加， S_2W_1 处理有利于地上部鲜质量的增加。因此， S_2W_1 处理有利于番茄幼苗地上部生长指标的生长。

表 2 不同处理番茄出苗率

Table 2 Different treatment of tomato emergence rate

处理 Treatments	S_1W_1	S_1W_2	S_2W_1	S_2W_2	S_3W_1	S_3W_2
出苗率 Emergence rate/%	56.25 ±6.05ab	51.04 ±6.65ab	45.49 ±17.40b	52.78 ±8.56ab	57.99 ±12.49ab	64.58 ±10.18a

注 不同小写字母表示各处理在 0.05 水平差异显著，下同。

Note Different lowercase letters indicate that each treatment differs significantly at the 0.05 level, the same as below.

表 3 不同处理番茄幼苗地上部生长指标

Table 3 Different treatment of tomato seedling shoot growth indicators

处理 Treatments	株高 Plant height/cm		茎粗 Stem diameter/mm		叶片数 Blade number/个		叶面积 Leaf area/mm ²		地上部鲜质量 Aboveground fresh mass/mg		地上部干质量 Aboveground dry mass/mg	
	播种		播种		播种		播种		播种		播种	
	24d	37d	24d	37d	24d	37d	24d	37d	24d	37d	24d	37d
S_1W_1	4.40	5.05	0.51	0.74	2.00	2.75	36.60	51.69	22.90	29.40	-	3.20
S_1W_2	2.66	4.19	0.55	0.73	2.00	2.75	32.86	69.76	18.50	33.50	-	4.50
S_2W_1	5.76	7.72	0.78	1.06	2.25	4.75	58.55	210.19	30.70	114.10	-	7.70
S_2W_2	5.00	7.28	0.72	0.89	2.25	4.50	47.50	127.52	34.60	68.10	-	6.00
S_3W_1	4.29	5.54	0.81	1.03	2.25	4.75	53.71	172.87	30.20	85.10	-	6.20
S_3W_2	4.49	6.02	0.78	0.90	2.00	3.00	36.58	98.46	16.80	60.40	-	4.20

注 因版面限制标准差未列出。

Note standard deviation is not listed due to layout restrictions.

2.3 不同处理对番茄幼苗地下部的影响

表 4 为不同处理番茄幼苗地下部生长指标。由表 4 可看出，播种 24 d， S_2W_1 、 S_2W_2 与 S_3W_1 处理根长显著大于 S_1W_2 处理，最大相差 10.41 mm； S_3W_1 处理根径显著大于 S_2W_2 处理，最大相差 0.21 mm； S_3W_1 处理根表面积显著大于 S_1W_1 与 S_1W_2 处理，最大相差 26.73 mm²； S_2W_1 处理根体积显著大于 S_1W_1 、 S_1W_2 与 S_2W_2 处理，最大相差 4.50 mm³。

播种 37 d，各处理之间根长无显著差异，最大相差 14.42 mm； S_2W_1 处理根径显著大于 S_2W_2 处理，最大相差 0.28 mm；各处理之间根表面积无显著差异，最大相差 48.57 mm²；各处理之间根体积无显著差异，最大相差 12.65 mm³。

番茄播种 24~37 d， S_1W_1 、 S_1W_2 、 S_2W_1 、 S_2W_2 、 S_3W_1 、 S_3W_2 处理根长日均增长 2.09、2.27、1.08、

0.96、0.66、2.05 mm；根径日均增长 0.03、0.01、0.02、0.01、0.01、0.01 mm；根表面积日均增长 6.57、4.88、4.55、2.67、2.69、4.21 mm²；根体积日均增长 1.30、0.82、1.11、0.47、0.62、0.67 mm³。对于不同基质， S_1 基质有利于番茄根长、根径、根表面积及根体积的增加；对于不同灌水量，高灌水量 W_1 有利于 S_1 基质根径、根表面积及根体积的增加，而低灌水量 W_2 有利于 S_1 基质根长的增加，高灌水量 W_1 有利于 S_2 基质根长、根径、根表面积及根体积的增加，高灌水量 W_1 有利于 S_3 基质根径的增加，而低灌水量 W_2 有利于 S_3 基质根长、根径、根表面积及根体积的增加。综上所述， S_1W_2 处理有利于根长的增加， S_1W_1 处理有利于番茄根径的增加， S_1W_1 处理有利于根表面积的增加， S_1W_1 处理有利于根体积的增加。因此， S_1W_1 处理有利于番茄幼苗地下部生长指标的生长。

表 4 不同处理番茄幼苗地下部生长指标

Table 4 Different treatment of tomato seedlings undergrowth

处理 Treatments	根长/mm Root length		根径/mm Root diameter		根表面积/mm ² Root surface area		根体积/mm ³ Root volume	
	播种 24 d	播种 37 d	播种 24 d	播种 37 d	播种 24 d	播种 37 d	播种 24 d	播种 37 d
S ₁ W ₁	25.45±9.40ab	52.66±7.88a	0.32±0.03ab	0.66±0.14ab	25.39±8.50c	110.76±33.44a	2.00±0.67b	18.91±8.62a
S ₁ W ₂	19.23±2.80b	48.80±5.96a	0.35±0.13ab	0.54±0.19ab	21.32±8.21c	84.81±35.93a	2.02±1.39b	12.68±8.24a
S ₂ W ₁	28.01±3.57a	42.03±17.01a	0.50±0.26ab	0.74±0.19a	43.93±22.73ab	103.12±67.58a	6.50±6.01a	20.90±18.92a
S ₂ W ₂	28.40±2.50a	40.88±8.87a	0.31±0.06b	0.46±0.19b	27.52±5.70bc	62.19±34.07a	2.16±0.83b	8.25±6.79a
S ₃ W ₁	29.64±4.30a	38.24±3.05a	0.52±0.05a	0.68±0.06ab	48.05±5.89a	82.97±12.47a	6.15±1.06ab	14.15±3.21a
S ₃ W ₂	23.95±4.60ab	50.66±8.18a	0.46±0.03ab	0.56±0.10ab	34.70±5.83abc	89.38±19.06a	3.94±0.67ab	12.67±4.19a

3 讨论

不同基质的理化性质对番茄的生长具有较大影响,一般认为体积质量在 $0.1\sim 0.8\text{ g/cm}^3$, 总孔隙度在 $54\%\sim 96\%$, pH 值中性或微酸性, EC 值在 $0.5\sim 1.25\text{ mS/cm}$ 的基质能够为栽培作物提供良好的水、气、肥根际环境,对育苗有利^[11]。本试验中 S₂ 与 S₃ 基质符合上述条件, S₁ 基质体积质量较大,是 S₂、S₃ 基质的 2 倍多,陈菲^[12]指出基质体积质量过大,基质就会特别紧实,通气透水性变差,不利于作物的生长;而基质体积质量过小,基质就会变疏松,通气性良好,有利于作物根系的生长,但不易于作物根系的稳定,并且持水保肥能力也会变差。S₁ 基质由于体积质量过大在地上部生长方面确实不如其他 2 种基质,但根系方面却生长旺盛,通常认为,根系表面积与体积大小可以表明根系活力的高低, S₂ 和 S₃ 基质由于基质疏松,故根系方面的生长没有 S₁ 基质稳定,因此,本研究结果与陈菲^[12]的研究结果具有一致性。此外, S₂ 和 S₃ 基质体积质量小,基质疏松空隙大,但由于灌水量大的缘故,导致种子随水分运动被埋过深,出苗率会有所影响,直接表现为 S₂ 基质出苗率低。刘宁等^[13]的研究表明基质总孔隙度增加,有利于改善作物根际环境。本研究 S₁ 基质总孔隙度较小,仅有 21%,无法保证作物根系通气, S₂、S₃ 基质总孔隙度约是 S₁ 基质的 2 倍多,通气性良好,能够维持有氧呼吸,吸收更多的营养物质,保证其地上部的生长。张娟^[14]指出基质 pH 值对植物生长有直接和间接的影响,直接影响是伤害作物的根系,破坏了根系细胞质对矿质元素的透过性,间接影响是降低了盐分的溶解度,减少了根系的吸收量。本研究 S₁ 基质 pH 值处于微碱性, S₂、S₃ 基质 pH 值呈微酸性,故 S₁ 基质吸收营养物质有限,进一步说明起地上部生长状况不好。另外,3 种基质 EC 值相差较大, S₁ 低至 0.18 mS/cm , S₂ 基质高达 3.27 mS/cm ,有研究表明 EC 值的升高会使植物所需的根际环境含氧量减少,抑制根系水分吸收^[15-16]。因此,本研究 S₃ 基质能够有效地

利用水分满足番茄种子发芽对环境条件所需,从而出苗率较高。

不同的灌水方式以及施肥模式也影响着基质的营养供给和水分补给,也对番茄有着明显的作用,并进而影响作物生长发育^[17-19]。费素娥等^[20]的试验结果表明基质中 N、P、K 不同对比对番茄幼苗生长的影响具有显著差异,养分比例为 N:P:K=1:2:2 的育苗基质中番茄幼苗茎粗、地下干质量的增加明显加快。本研究 S₂ 基质 NO₃⁻-N 量分别是 S₁ 和 S₃ 基质的 9.15 倍和 1.68 倍,此外, S₂ 基质的 NH₄⁺-N 量、有效磷量和速效钾量远远高于 S₁ 和 S₃ 基质。因此, S₂ 基质有利于番茄株高、茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加,这与费素娥等^[20]的研究结果具有一致性,但 N、P、K 养分的比例不同。郭敬华等^[21]研究说明基质相对含水率范围为 80~100% 适宜番茄夏季育苗,有利于番茄株高、茎粗、植株干鲜质量的增加。本研究中高灌水量 W₁ 有利于 S₁、S₂ 与 S₃ 基质茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加,而低灌水量 W₂ 则有利于 S₁、S₂ 与 S₃ 基质株高的增加,本研究与郭敬华等^[21]研究结果在株高方面存在差异性,其他方面较为一致,在株高方面具体原因有待进一步研究。

4 结论

1) 草炭土、珍珠岩与蛭石体积比为 3:1:1 的 S₃ 基质能够较好地满足番茄种子发芽对环境条件所需,出苗率较高,同时低灌水量 W₂ 能够更好地促进番茄种子萌发和出苗。

2) 购买于河北省保定市莲池区保育栽培厂的壮园育苗营养土 S₂ 基质有利于番茄株高、茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加;高灌水量 W₁ 有利于 S₁、S₂ 与 S₃ 基质茎粗、叶片数、叶面积及地上部鲜质量的增加,而低灌水量 W₂ 则有利于 S₁、S₂ 与 S₃ 基质株高的增加。因此, S₂W₁ 处理有利于番茄幼苗地上部生长指标的生长。

3) 原状土、沙子与蛭石体积比为 8:1:1 的 S₁ 基质有利于番茄根长、根径、根表面积及根体积的增

加;高灌水量 W_1 有利于 S_1 基质根径、根表面积及根体积的增加,而低灌水量 W_2 有利于 S_1 基质根长的增加,高灌水量 W_1 有利于 S_2 基质根长、根径、根表面积及根体积的增加,同时高灌水量 W_1 有利于 S_3 基质根径的增加,而低灌水量有利于 S_3 基质根长、根径、根表面积及根体积的增加。因此, S_1W_1 处理有利于番茄幼苗地下部生长指标的生长。

参考文献:

- [1] 张天鹏, 杨兴洪. 番茄果实早期发育的分子生理机制研究进展[J]. 植物学报, 2018, 53(6):856-866.
ZHANG Tianpeng, YANG Xinghong. Advances in the Molecular and Physiological Mechanisms of Early Development of Tomato Fruit[J]. Chinese Bulletin of Botany, 2018, 53(6): 856-866.
- [2] 杨军, 邵玉翠, 仁顺荣. 不同基质配方对番茄冬季育苗的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(4): 223-226.
YANG Jun, SHAO Yucui, REN Shunrong. Effects of Different Substrates Formula on Tomato Seedlings Growth in Winter[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(4): 223-226.
- [3] 宋志刚, 余宏军, 蒋卫杰, 等. 稻草复合基质对番茄育苗效果的影响[J]. 中国蔬菜, 2013(14): 72-77.
SONG Zhigang, YU Hongjun, JIANG Weijie, et al. Effect of Straw Compound Substrate on Tomato Seedling Culture[J]. China Vegetables, 2013(14): 72-77.
- [4] 王鹏勃, 李建明, 丁娟娟, 等. 番茄育苗基质理化特性及其对幼苗生长影响研究[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 32(5): 137-142, 250.
WANG Pengbo, LI Jianming, DING Juanjuan, et al. Study on Physical and Chemical Characteristics of Compound Substrate and Effects on the Growth of Tomato Seedling[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2014, 32(5): 137-142, 250.
- [5] 夏亚真, 田利英, 李胜利, 等. 生物炭对番茄幼苗生长及养分吸收的影响[J]. 中国蔬菜, 2018(5): 32-35.
XIA Yazhen, TIAN Liying, LI Shengli, et al. Effects of Biochar on Growth and Nutrient Uptake of Tomato Seedlings[J]. China Vegetables, 2018(5): 32-35.
- [6] 陈阳, 林永胜, 周先治, 等. 不同幼苗基质对番茄幼苗生长的影响[J]. 热带作物学报, 2015, 36(12): 2 149-2 154.
CHEN Yang, LIN Yongsheng, ZHOU Xianzhi, et al. Effects of Media on Growth of Tomato Seedling[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2015, 36(12): 2 149-2 154.
- [7] 张瑞芬. 基质配方对春季塑料大棚番茄幼苗质量及产量的影响[J]. 北方园艺, 2015(14): 45-47.
ZHANG Ruifen. Effects of Different Matrix Formulation on the Seedlings Quality and Yield of Lycopersicum Esculentum Mill in Spring Plastic Greenhouse[J]. Northern Horticulture, 2015(14): 45-47.
- [8] 柴文臣, 冯志威. 不同基质配比对番茄幼苗生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(16): 55-59.
CHAI Wenchen, FENG Zhiwei. Effects of Different Substrate Formulas on the Growth of Tomato Seedlings[J]. Anhui Agricultural Science, 2018, 46(16): 55-59.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
BAO Shidan. Agrochemical Analysis of Soil[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2000.
- [10] 龚雪文, 刘浩, 孙景生, 等. 调亏灌溉对温室番茄生长发育及其产量和品质的影响[J]. 节水灌溉, 2016(9): 52-56.
GONG Xuewen, LIU Hao, SUN Jingsheng, et al. Effects of Regulated Deficit Irrigation on Solar Greenhouse Tomato Growth, Yield and Quality[J]. Water Saving Irrigation, 2016 (9): 52-56.
- [11] 郭世荣. 固体栽培基质研究、开发现状及发展趋势[J]. 农业工程学报, 2005, 21(14): 1-4.
GUO Shirong. Research Progress, Current Exploitations and Developing Trends of Solid Cultivation Medium[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21 (14): 1-4.
- [12] 陈菲. 菇渣作为蔬菜育苗基质的理化性质变化及适宜配方研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2012.
CHEN Fei. Study on Physical Properties Change and the Appropriate Match of of Mushroom as Vegetable Seedling Culture[D]. ZhengZhou: Henan Agricultural University, 2012.
- [13] 刘宁, 边洋, 王威, 等. 发酵棉秆屑的重组理化性质研究及配比筛选[J]. 新疆农业科学, 2011, 48(4): 702-706.
LIU Ning, BIAN Yang, WANG Wei, et al. Study on Recombinant Physico-chemical Properties of Fermented Cotton Straw Crumbs and the Combination Screening[J]. Xinjiang Agricultural Sciences, 2011, 48(4): 702-706.
- [14] 张娟. 三种蔬菜无土栽培培养分调控的调查[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2012.
ZHANG Juan. Investigation on the Regulation and Control of Soilless Culture of Three Kinds of Vegetables[D]. Hefei: Anhui Agriculture University, 2012.
- [15] 何诗行, 何堤, 许春林, 等. 岩棉短程栽培模式中营养液对番茄生长及果实品质的影响[J]. 农业工程学报, 2017, 33(18): 188-195.
HE Shihang, HE Di, XU Chunlin, et al. Effects of Nutrient Solution on Growth and Quality of Short-term Cultivation Tomatoes Grown in Rockwool[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2017, 33(18): 188-195.
- [16] CARMASSI G, INCROCCI L, MAGGINI R, et al. Modelling Salinity Buildup in Recirculating Nutrient Solution Culture[J]. Journal of Plant Nutrition, 2005, 28(3): 431-445.
- [17] 王启龙, 卢楠, 庞喆. 不同灌水方式对温室番茄土壤理化性状与产量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(S2): 36-39.
WANG Qilong, LU Nan, PANG Zhe. Effects of Different Irrigation Methods on Soil Physicochemical Property and Growth of Tomato in Newly Increased Cultivated Lands[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2018, 37(S2): 36-39.

- [18] 王激清, 李占台, 刘社平. 施肥模式对温室番茄生长和土壤硝态氮时空分布的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(11): 31-36.
- WANG Jiqing, LI Zhantai, LIU Sheping. Effects of Different Fertilizations on Spatiotemporal Nitrate Distribution in Soil and Yield of Greenhouse Tomato[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2018, 37(11): 31-36.
- [19] 邢金金, 邢英英, 王秀康, 等. 不同施肥量对陕北日光温室番茄生长、产量和土壤硝态氮的影响[J]. 灌溉排水学报, 2018, 37(6): 29-35.
- XING Jinjin, XING Yingying, WANG Xiukang. Effects of Different Fertilizers Application on Soil Nitrate, Growth and Yield of Tomato Growing in Solar Greenhouse in Northern Shaanxi Province[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2018, 37(6): 29-35.
- [20] 费素娥, 王秀峰, 刘吉刚. 育苗基质中氮磷钾配比对番茄穴盘苗质量的影响[J]. 山东农业科学, 2006(1): 50-53.
- FEI Su'e, WANG Xiufeng, LIU Jigang. Effect of Different Ratios of Nitrogen, Phosphorus and Potassium in Nursing Media on Growth and Quality of Tomato Plug Seedlings[J]. Shandong Agricultural Sciences, 2006(1): 50-53.
- [21] 郭敬华, 董灵迪, 焦永刚, 等. 不同基质供水状况对夏季番茄穴盘苗质量的影响[J]. 河北农业科学, 2016, 20(2): 19-22, 42.
- GUO Jinghua, DONG Lingdi, JIAO Yonggang, et al. Effect of Different Water Contents of Substrates on Summer Tomatoes Hole Tray Seedling Quality[J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2016, 20(2): 19-22, 42.

Effects of Different Substrates and Irrigation Amount on the Growth of Tomato Seedlings

WANG Zhe, XIA Hui*, YUAN Hao, MENG Yuan, ZHAO Xinkai
(Hebei Agricultural University, Baoding 071000, China)

Abstract: 【Objective】 We aimed to select the suitable substrate and irrigation amount for tomato seedling growth. 【Method】 Tomato seedlings were raised in greenhouse of Agricultural Water Laboratory of Urban and Rural Construction College of Hebei Agricultural University from August to September 2018. The emergence rate and seedling growth of tomato under three kinds of substrate formulations (S_1 substrate of undisturbed soil, sand and vermiculite with a volume ratio of 8 : 1 : 1. S_2 substrate purchased from conservation cultivation plant in Lianchi District, Baoding City, Hebei Province; S_3 substrate of peat soil, perlite and vermiculite with a volume ratio of 3 : 1 : 1) and two different irrigation rates (W_1 is 40 mm and W_2 is 30 mm) were studied. 【Result】 The emergence rate of substrate S_3 was the highest, which could better satisfy the germination of tomato seeds. The low-irrigation water W_2 could better promote the germination of tomato seeds. The seedling emergence rate of tomato on the 8th day of sowing reached 64.58%. S_2 substrate was beneficial to the growth of the tomato seedlings above ground. High irrigation W_1 was beneficial to the increase of stem diameter, leaf number, leaf area and aboveground fresh mass in S_1 , S_2 and S_3 substrates. The average daily growth of S_2W_1 treatment was 0.02 mm, 0.19, 11.66 mm², 6.42 mg respectively. But low irrigation W_2 was beneficial to the increase of plant height in S_1 , S_2 and S_3 substrates. The average daily growth of S_2W_2 treatment was 0.18 cm. S_1 substrate was beneficial to the growth of tomato subsurface, but the performance of irrigation water on the growth indexes of S_1 , S_2 and S_3 substrate were different. The root length average daily growth of S_1W_2 treatment increased by 2.27 mm, and the root diameter, root surface area and root volume of S_1W_1 treatment increased by 0.03 mm, 6.57 mm² and 1.30 mm³, respectively. 【Conclusion】 The low irrigation amount W_2 of S_3 substrate is beneficial to the seedling emergence of tomato seeds, and the high irrigation amount W_1 of S_1 and S_2 substrate is beneficial to the growth of the underground and aboveground parts of tomato seedlings.

Key words: tomato; nursery substrate; irrigation amount; emergence rate; seedling morphology

责任编辑：陆红飞