

唐玉新, 曲 萍, 陆岱鹏, 等. 适合机械化移栽的番茄穴盘育苗基质配方筛选[J]. 江苏农业学报, 2017, 33(6): 1342-1348.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2017.06.021

适合机械化移栽的番茄穴盘育苗基质配方筛选

唐玉新, 曲 萍, 陆岱鹏, 李 辉, 易中懿

(江苏省农业科学院农业设施与装备研究所/农业部长江中下游设施农业工程重点实验室, 江苏 南京 210014)

摘要: 以经堆制腐熟发酵的畜禽粪便和草炭、蛭石、珍珠岩为原料, 按照不同体积比进行混配, 形成育苗基质配方 9 个, 进行番茄穴盘育苗, 并采用移栽机进行田间移栽试验。通过测定配方基质的理化性状和番茄幼苗的出苗率、生长指标和散坨率, 结合机械化移栽结果, 以期筛选出适合机械化移栽的、以畜禽粪便为主的番茄穴盘育苗有机基质配方。研究表明: 9 个配方容重和气水比均在理想基质范围内, 微偏碱性, 能满足番茄生长需要; 随着供试腐熟畜禽粪便含量的增加(体积比 5:5、6:4 和 7:3), 混配基质的总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙度、阳离子交换量和 N、P、K 含量呈现下降趋势, 容重、气水比、pH、电导率(EC)和有机质含量逐渐增加, 呈上升趋势。当供试腐熟畜禽粪便体积为 50% 时, 幼苗的株高、茎粗、叶面积、根冠比、根体积、壮苗指数等生长指标均明显优于对照和其他配方, 其中腐熟畜禽粪便: 蛭石: 珍珠岩: 草炭比例为 5:2:1:2 时, 幼苗生长状况最优, 钵体苗散坨率为 5.56%, 机械化移栽合格率为 94.30%, 最适合机械化移栽。

关键词: 番茄; 穴盘育苗; 机械化移栽; 壮苗指标; 腐熟畜禽粪便

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2017)06-1342-07

Screening of tomato plug seedling substrates proportion suitable for mechanized transplanting

TANG Yu-xin, QU Ping, LU Dai-peng, LI Hui, YI Zhong-yi

(Institute of Agricultural Facilities and Equipment, Jiangsu Academy of Agricultural Science, Key Laboratory of Protected Agriculture Engineering in the Middle and Lower Reaches of Yangtze River, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China)

Abstract: The composted livestock manure, mainly used as the organic substrate, was mixed with peat, vermiculite, perlite. Nine kinds of substrates with different volume ratio were formulated and used to cultivate tomato plug seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill). Then the plug-seedlings were transplanted by a mechanical transplanter. The physical and chemical properties of the substrate, emergence rate, the growth index of the tomato seedlings, scattered lump rate, as well as the results of mechanized transplanting were characterized. According to the above results, these nine substrates were evaluated comprehensively in order to select the appropriate organic substrate for tomato plug-seedlings suitable for mechanized transplanting. The results showed that the bulk density and air-water ratio of the nine formulated substrates were in the

收稿日期: 2017-07-06

基金项目: “十二五” 国家科技支撑计划项目(2013BAD08B03-3);
江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(15)1033]; 江苏省
农业标准化试点示范项目

作者简介: 唐玉新(1967-), 男, 广西桂林人, 副研究员, 主要从事农
机与农艺融合技术规范、农业设施与装备研究。(Email)
tang@jaas.ac.cn

通讯作者: 易中懿, (Email) yzy201@163.com

range of ideal substrates. The substrates slightly tend to be alkaline, which could meet the tomato growth needs. With the increasing of the composted livestock manure volume, the general porosity, ventilatory porosity, water retention porosity, cation exchange capacity (CEC), and N, P, K content of the substrate displayed the decreased tendency. While, bulk density, air-water ratio, pH, electric conductivity (EC) and organic matter content displayed the in-

creased tendency. The growth and physiological indexes of tomato plug-seedlings nurtured with 50% composted livestock manure showed the better level than that nurtured by CK. The tomato plug-seedlings under the treatment of S7 (composted livestock manure : vermiculite : perlite : peat = 5 : 2 : 1 : 2), showed the best growth level with 5.56% scattered lump rate, and more than 94.30% qualified rate, which was suitable for mechanized transplanting.

Key words: tomato; plug seedling; mechanized transplanting; quality of seedling; composted livestock manure

中国蔬菜种植面积不断增加,目前已达到了 $2.2 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 占全国农作物种植面积的 14.76%。其中设施蔬菜播种面积达 $4.0 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 以上,约占农业总产值的 17.9%,基本实现了蔬菜的周年均衡生产和供应^[1-3]。工厂化育苗是实现设施蔬菜机械化栽培的必然选择。由于穴盘育苗具有节能、生产效率高、秧苗素质好、缓苗快、成活率高等突出优点,在中国已形成规模化发展并具有良好的发展趋势^[4-7]。育苗基质是决定种苗质量的重要影响因素,其中草炭是国内外应用较好的栽培基质,但过量开采导致生态环境破坏,且其属不可再生资源,价格昂贵^[8-9],因此,如何就地取材、选择成本低又环保的材料替代草炭,成为基质研究的重要任务。

随着中国畜禽养殖规模的扩大和生产集约化程度的提高,出现了一批集约化或工厂化畜牧场。但畜禽养殖与种植业日益脱节,产生的畜禽粪便没有足够的土地消纳,出现处理难的问题,带来了严重的环境污染。研究人员尝试把畜禽粪便作为蔬菜育苗基质来使用,如用腐熟的牛粪与玉米秸秆、酒糟、蘑菇菌棒、草炭和蛭石等进行复配,筛选出适宜番茄、西瓜、黄瓜、甜瓜穴盘育苗的基质^[10-13]。国内以畜禽粪便等农业废弃物为原料的基质在蔬菜设施栽培中具有重要的应用前景^[14],尽管畜禽粪便作为育苗基质报道不少,但对以畜禽粪便为主的适合机械化移栽的蔬菜穴盘育苗基质尚未见报道。江苏农乐生物科技有限公司采用由畜禽粪便沼气发电排放的沼液经固液分离后的固态物,与甜叶菊和菇渣(体积比 5 : 2 : 3)经堆放、腐熟、发酵、翻抛等工序,生产出有机基质(腐熟畜禽粪便),该基质可周年大量供应。

本试验以上述腐熟畜禽粪便为主要原料,辅以草炭、蛭石和珍珠岩进行不同配比组合,进行番茄穴盘育苗,结合移栽机田间移栽试验结果,筛选出适合机械化移栽的穴盘育苗基质配方,以期为番茄设施机械化栽培和设施番茄穴盘育苗规范化技术体系建设提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料及设备

供试番茄品种为苏粉 8 号,由江苏省江蔬种苗科技有限公司提供;腐熟畜禽粪便由江苏农乐生物科技有限公司提供;草炭、蛭石和珍珠岩选用网上商品,对照(CK)选用市售蔬菜育苗基质。

穴盘(72 穴)规格:长 53.5 cm,宽 27.5 cm,高 4.5 cm。自动播种机选用江苏省农业科学院和江苏云马农机制造有限公司联合研制的全自动精量播种机(型号:2BS-60 型)。育苗车采用自制的立体式潮汐灌溉多功能育苗车。移栽机采用井关高效率蔬菜移植机 PVHR2-E18(2ZY-2A)。

1.2 试验设计

试验于 2017 年 3-5 月在江苏省农业科学院农业设施与装备研究所的播种间进行播种、催芽,在 8 米单体钢架塑料大棚进行育苗管理,在试验地进行机械移栽试验,在实验室里进行幼苗生理指标测试。以供试的材料,按不同体积比复配,9 个配方见表 1。

表 1 不同基质配方

Table 1 Different substrate formulation

处理	体积比			
	腐熟畜禽粪	草炭	珍珠岩	蛭石
S1	7	1	1	1
S2	7	2	0	1
S3	7	1	0	2
S4	6	1	1	2
S5	6	2	1	1
S6	6	1	2	1
S7	5	2	1	2
S8	5	2	2	1
S9	5	1	2	2

育苗方法符合 NY/T 2119-2012 蔬菜穴盘育苗通则^[15]。穴盘随机摆放在育苗车上,每个配方 2

盘,重复 3 次。用移栽机进行田间移栽试验,每个配方移栽 4 盘钵苗(288 株)。

1.3 测定项目及方法

1.3.1 基质理化性质的测定 用环刀法测定容重、总孔隙度、通气孔隙度、持水孔隙和气水比^[16-17],用重铬酸钾容量法-稀释热法测定土壤有机质含量,用碱解扩散法测定碱解氮含量,用碳酸氢钠浸提钼锑抗比色法测定速效磷含量,用乙酸铵浸提火焰光度计法测定速效钾含量,用乙酸钠法测定土壤阳离子交换量^[18],用玻璃电极法测定土壤 pH 值^[19],用电极法测定 EC 值^[16,20]。

1.3.2 幼苗生长指标的测定 番茄于播种后第 6 d 和第 15 d 分别统计各配方出苗情况,计算出苗率,出苗率(%)=(子叶完全展开数/播种种子数)×100%,每配方随机抽取 2 盘为 1 次重复,重复 3 次;幼苗于长出 4~6 片真叶时取样,测定其真叶数、株高、茎粗、根冠比、叶面积、叶绿素含量、根体积及壮苗指数^[21-26],随机抽取 2 盘为 1 次重复,重复 3 次,每盘随机取苗 10 株。

1.3.3 钵苗散坨率的测定 参照行业标准提出的盘根松散率^[15]和唐玉新等^[27]提出的散坨率,确定合格率和散坨率。具体方法:将测试钵苗取出,从 60 cm 高度自由落体落下,收集散坨质量,散坨质量与原坨质量比<20%的植株为合格植株,≥20%的植株为散坨植株。

合格率=合格株数/供试株总数×100%;

散坨率=散坨株数/供试总株数×100%。

每配方随机抽取 1 盘,每盘取苗 30 株,3 次重复。

1.3.4 田间移栽试验 根据机械行业标准 JB/T 10291-2013 旱地栽植机械^[28]中试验方法进行作业,每垄 2 行,采用移栽机平行移栽,垄宽 120 cm,垄高 10~33 cm,设 2 种行距×株距规格:A:40 cm×40 cm, B:50 cm×50 cm。统计移栽后的重栽数、倒伏数、埋苗数、露苗数和伤苗数,计算移栽合格率,移栽合格率=[测定总数-(重栽数+倒伏数+埋苗数+露苗数+伤苗数)]/测定段内的设计株数×100%^[28]。

1.4 数据处理

试验数据采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 17.0 进行处理和统计分析,不同配方间的数据采用最小显著差异法(LSD)进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 不同配方基质的理化性质

2.1.1 不同配方基质的物理性质 物理性质决定着基质的水分、吸附性能和空气含量,影响植株对水分和养分的吸收。NY/T 2118-2012^[16]推荐的基质容重为 0.2~0.6 g/cm³、总孔隙度>60%、通气孔隙度>15%、持水孔隙度>45%、气水比为 0.25~0.50。由表 2 可知,各配方及 CK 的容重均在适宜范围内,其中 S3 最高,CK 最低,各配方与 CK 差异显著;总孔隙度和持水孔隙度各配方都显著低于 CK, S5~S9 总孔隙度和 S7~S9 持水孔隙度在适宜范围内;通气孔隙度除 CK、S1 低于 15% 外,其余都在适宜范围内;各配方气水比都在适宜范围内。

表 2 不同配方基质的理化性质

Table 2 Physicochemical characteristics of different substrates

处理	容重 (g/cm ³)	总孔隙度 (%)	通气孔隙度 (%)	持水孔隙度 (%)	气水比	pH	电导率 (ms/cm)	阳离子 交换量 (cmol/kg)	有机质 (g/kg)	碱解氮 (mg/kg)	速效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
CK	0.311e	66.68a	14.95c	51.73a	0.289c	7.090e	2.55a	59.56a	243.49b	689.80a	346.81c	445.17d
S1	0.502a	55.89f	14.88c	41.00e	0.363ab	7.392a	2.74a	37.91de	281.12a	526.31cd	716.48a	981.09a
S2	0.515a	56.45ef	15.54bc	40.91e	0.380a	7.385a	2.61a	37.66de	278.28a	586.85b	723.65a	974.37a
S3	0.523a	57.38e	15.61bc	41.77e	0.374ab	7.290b	2.72a	37.30e	281.18a	558.96bc	718.10a	951.99a
S4	0.418b	59.46d	16.13ab	43.33d	0.372ab	7.266bc	2.57a	41.37cd	273.00a	475.71e	693.62a	883.63b
S5	0.402bc	61.21c	16.61a	44.60c	0.372ab	7.254bc	2.44a	42.70bc	259.76ab	485.28de	695.89a	870.38b
S6	0.390c	60.96c	16.10ab	44.87c	0.359ab	7.281b	2.42a	44.20bc	255.15ab	479.24e	690.23a	850.81b
S7	0.399bc	63.06b	16.87a	46.41b	0.364ab	7.205bcd	1.96b	44.35bc	240.68b	477.22e	626.84b	724.48c
S8	0.384c	63.28b	16.63a	46.43b	0.359ab	7.144de	1.99b	44.65bc	244.70b	487.72de	629.49b	756.95c
S9	0.358d	63.33b	16.45a	46.88b	0.351b	7.170cde	1.97b	45.35b	238.21b	479.36e	619.59b	735.07c

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9 见表 1; 同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$); 相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

2.1.2 不同配方基质的化学性质 基质中的 pH 值、电导率(EC)是选择育苗基质的重要参数,一般育苗基质的 pH 值为 5.5~7.5、 EC 值 <2.6 ms/cm,阳离子交换量 >15.0 cmol/kg,有机质含量 $>35\%$ 为宜^[16,26]。由表 2 可知,各配方微偏碱性,其中 S1 的 pH 值最高 7.392,说明基质中混配腐熟畜禽粪便后,pH 值增大; EC 是反应基质中所含可溶性盐分浓度的高低,是评价育苗基质的重要参数,除 S1~S4 的 EC 值高于 CK 外,其余配方随着供试畜禽粪便体积降低 EC 值下降,其中 S7~S9 都在 2.0 ms/cm 以内。阳离子交换量(CEC),CK 最高,与各配方差异显著。基质中 N、P、K 的含量会影响秧苗对养分的吸收,碱解氮、速效磷和速效钾含量分别在 50~500 mg/kg、10~100 mg/kg 和 50~600 mg/kg 为宜^[16],不同配方中,CK 的碱解氮含量最高,而速效磷、速效钾含量表现偏低,说明基质中添加腐熟畜禽粪便后速效钾、速效磷含量升高。S5~S9 的有机质含量与 CK 无显著差异。

2.2 不同配方基质对番茄出苗的影响

出苗整齐一致是适合机械化移栽的前提条件。由表 3 可知,CK 第 6 d 出苗率为 65.74%,显著高于其他配方。第 15 d 除配方 S1~S3 显著低于 CK 外,配方 S4~S9 出苗率超过 90%,和 CK 相当,其中 S7 出苗率最高,达 95.14%。

表 4 不同配方基质的散坨率

Table 4 Lump rate of different proportion substrate in tomato

处理	散坨质量 <10.0% (株)	散坨质量 10.1%~20.0% (株)	散坨质量 20.1%~30.0% (株)	散坨质量 >30.0% (株)	散坨率 (%)	合格率 (%)
CK	13.3e	8.3a	3.7a	4.6a	27.78a	72.22e
S1	15.0de	8.3a	4.0a	2.6b	22.22b	77.78d
S2	16.0d	8.0a	3.7a	2.3bc	20.00bc	80.00cd
S3	16.0d	8.3a	4.0a	1.7bcd	18.89bcd	81.11bcd
S4	19.3c	5.3b	4.0a	1.3bcd	17.78cd	82.22bc
S5	19.0c	6.3b	4.0a	0.7cd	15.56d	83.33bc
S6	22.0b	3.0c	3.7a	1.3bcd	16.67cd	84.44b
S7	25.0a	3.3c	1.3b	0.3d	5.56e	94.44a
S8	24.0a	3.7c	1.6b	0.7cd	7.78e	92.22a
S9	24.7a	3.3c	1.0b	1.0bcd	6.67e	93.33a

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9 见表 1;同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

2.4 不同配方基质对番茄幼苗生长的影响

从表 5 可知,各配方与 CK 除番茄幼苗的真叶

表 3 不同配方基质对番茄出苗率的影响

Table 3 Effect of different formulations of substrates on tomato seedling emergence rate

处理	第 6 d		第 15 d	
	出苗数 (株)	出苗率 (%)	出苗数 (株)	出苗率 (%)
CK	47.3a	65.74a	64.5b	89.58ab
S1	18.7d	25.92d	54.3c	75.46c
S2	19.0d	26.39d	54.8c	76.11c
S3	19.6d	27.22d	56.7bc	78.70bc
S4	26.7cd	37.04cd	66.2a	91.90a
S5	28.3bcd	39.35bcd	66.3a	92.13a
S6	27.3bcd	37.96bcd	65.8a	91.34a
S7	40.3ab	55.57ab	68.5a	95.14a
S8	37.7abc	52.31abc	67.8a	94.21a
S9	40.0ab	56.02ab	67.7a	94.03a

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9 见表 1;同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

2.3 不同配方基质对番茄幼苗散坨率的影响

散坨率越低,越有利于机械化移栽。从表 4 可知,随着各配方中腐熟畜禽粪便由 70%降到 50%,散坨率下降,合格率上升,各配方散坨率都明显优于 CK,说明各配方的幼苗根系发达,盘根紧密,有利于幼苗生长和机械化移栽。

数无差异外,其他各项生长指标都存在显著差异。

CK 的株高最高,为 19.61 cm,其余配方的株高

显著低于 CK; S1~S3 的株高过低, 不适合机械移栽。叶片是制造有机物的主要场所, 作物产量的高低, 在一定范围内与叶面积、叶绿素含量呈正相关。配方 S5~S9 叶面积显著大于 CK; 各配方的叶绿素含量均显著高于 CK。

根系是植物体的主要器官, 它的生长与植株对水分和矿质的吸收密切相关。S4~S9 的根体积显著大于 CK。根冠比反映了植物地下部分与地上部分的相关性。根冠比大的植株, 植株矮壮, 多花多

果, 抗逆性强; 除 S1 外, 其他配方的根冠比都显著大于 CK。

壮苗指数与幼苗健壮程度或增产潜力密切相关, 除 S1 外, 其余配方的壮苗指数都显著大于 CK, 其中 S7~S9 的壮苗指数最大, 介于 0.222~0.233。

根据以上结果可知, 随着配方中腐熟畜禽粪便成分由 70% 降到 50% 时, 各配方番茄幼苗的茎粗、壮苗指数、根冠比、根体积呈上升趋势, 幼苗生长更健壮, 有利于机械化移栽。

表 5 不同配方基质对番茄苗生长的影响

Table 5 Effect of different formulations of substrates on tomato growth

处理	株高 (cm)	茎粗 (mm)	真叶数 (片)	叶面积 (cm ²)	叶绿素含量 (mg/g)	根冠比	根体积 (ml)	壮苗指数 (%)
CK	19.61a	2.46bc	5.50a	33.02c	30.40c	0.165d	0.84d	0.169e
S1	10.90e	2.32c	5.25a	28.15d	34.45b	0.146d	0.81d	0.174de
S2	10.41e	2.42bc	5.25a	28.08d	34.35b	0.208c	0.83d	0.176d
S3	11.05e	2.62bc	5.25a	28.42d	34.90b	0.220bc	0.86d	0.178d
S4	13.70d	2.68b	5.50a	33.49c	35.75b	0.237bc	1.07c	0.214c
S5	13.88cd	3.03a	5.75a	36.75b	35.13b	0.234bc	1.10c	0.216c
S6	14.76bcd	3.05a	5.50a	35.42b	35.20b	0.245b	1.14c	0.215c
S7	15.02bc	3.12a	5.75a	40.66a	39.02a	0.368a	1.32a	0.233a
S8	15.46b	3.05a	5.50a	40.06a	37.78a	0.356a	1.23b	0.222b
S9	15.39b	3.01a	5.75a	40.02a	38.78a	0.346a	1.25ab	0.227b

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9 见表 1; 同一列数据后不同小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); 相同小写字母表示差异不显著 ($P > 0.05$)。

2.5 机械化移栽田间试验

由表 6 可知, 除 CK 的漏栽率、重栽率分别大于行业标准规定的 5% 和 4% 外, 其余配方都达标; 除 CK 的倒伏率、埋苗率、露苗率和伤苗率大于行业标准外, 其余分别小于行业标准规定的 7%、5%、5% 和 5%; 行业标准规定合格率为 90%, S7~S9 和 S5 (B)、S6 (B) 合格率都超过 90%, 符合机械化移栽标准。其中 S7 (B) 达 94.30%。

3 讨论

尽管中国集约化蔬菜育苗呈现良好发展趋势, 但寻找方便价廉易得可替代草炭的有机基质仍然是蔬菜设施栽培的重要研究内容。虽然已筛选出腐熟牛粪、醋糟、菌渣和木薯渣等部分替代草炭的蔬菜育苗

基质^[10-11, 22, 24, 29-30]。但尚未见围绕农艺与农机融合, 适合机械移栽穴盘育苗基质方面的研究报道。本试验选取腐熟畜禽粪便与蛭石、珍珠岩和草炭复配进行穴盘育苗, 发现腐熟畜禽粪便体积比为 50% 的配方 S7~S9 培育出的番茄幼苗生长明显优于 CK, 基质的物理和化学性质都在行业标准规定的适宜范围内^[16]; 草炭使用量仅占 10%~20%, 机械移栽合格率超过 90%, 配方 S7 合格率达 94.30%。因此配方 S7 即腐熟畜禽粪便、蛭石、珍珠岩、草炭体积比为 5:2:1:2 是最适合机械化移栽番茄育苗基质配方。

本试验中, 配方 S1~S3 速效钾、速效磷含量偏高, 幼苗矮小, 生长受到抑制。这一结果与前人提出的番茄育苗过程中偏施钾肥均可抑制幼苗生长的结果一致^[31-32]。

表 6 番茄穴盘苗机械移栽合格率
Table 6 Qualified rate of mechanized transplanting of tomato seedlings

处理	规格	漏栽数 (株)	漏栽率 (%)	重栽数 (株)	重栽率 (%)	倒伏数 (株)	倒伏率 (%)	埋苗数 (株)	埋苗率 (%)	露苗数 (株)	露苗率 (%)	伤苗数 (株)	伤苗率 (%)	合格数 (株)	合格率 (%)
CK	A	23	10.09	17	7.46	20	8.77	13	5.70	14	6.14	17	7.46	161	70.61
	B	19	8.33	14	6.14	18	7.89	14	6.14	12	5.26	16	7.02	166	72.81
S1	A	10	4.39	7	3.07	12	5.26	7	3.07	4	1.75	6	2.63	196	85.96
	B	9	3.95	9	3.95	10	4.39	6	2.63	3	1.32	4	1.75	199	87.28
S2	A	10	4.39	8	3.51	13	5.70	6	2.63	2	0.88	4	1.75	197	86.40
	B	8	3.51	9	3.95	11	4.82	4	1.75	1	0.44	2	0.88	202	88.60
S3	A	9	3.95	8	3.51	12	5.26	9	3.95	3	1.32	4	1.75	195	85.53
	B	7	3.07	7	3.07	9	3.95	7	3.07	2	0.88	4	1.75	201	88.16
S4	A	8	3.51	9	3.95	11	4.82	7	3.07	3	1.32	3	1.32	198	86.84
	B	7	3.07	8	3.51	8	3.51	7	3.07	3	1.32	2	0.88	203	89.04
S5	A	9	3.95	6	2.63	12	5.26	9	3.95	5	2.19	2	0.88	199	87.28
	B	8	3.51	4	1.75	9	3.95	6	2.63	4	1.75	3	1.32	206	90.35
S6	A	6	2.63	5	2.19	10	4.39	5	2.19	3	1.32	5	2.19	203	89.04
	B	6	2.63	4	1.75	8	3.51	6	2.63	3	1.32	3	1.32	207	90.79
S7	A	3	1.32	4	1.75	6	2.63	2	0.88	2	0.88	4	1.75	212	92.98
	B	3	1.32	3	1.32	4	1.75	4	1.75	1	0.44	2	0.88	215	94.30
S8	A	4	1.75	4	1.75	6	2.63	5	2.19	2	0.88	4	1.75	209	91.67
	B	4	1.75	2	0.88	4	1.75	5	2.19	2	0.88	4	1.75	213	93.42
S9	A	2	0.88	4	1.75	6	2.63	6	2.63	2	0.88	4	1.75	208	91.23
	B	6	2.63	2	0.88	6	2.63	4	1.75	3	1.32	5	2.19	211	92.54

S1、S2、S3、S4、S5、S6、S7、S8、S9 见表 1;规格 A:株行距 40 cm×40 cm,规格 B:株行距 50 cm×50 cm;同一列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$);相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

参照农业部行业标准^[15]和史宣杰等^[33]提出的幼苗成苗标准,结合本试验结果,番茄适合机械化移栽的成苗标准:苗龄30~35 d,地上部分和根系比例协调,株高14~16 cm,顶芽正常,子叶完整不脱落、叶片充分伸展、真叶数4~6片,肥厚而健壮,颜色呈品种固有色泽,茎叶无黄斑、褐斑或黑色斑点,无病虫害,植株健壮,长势整齐,同品种、同批次苗的高度不能相差10%。茎粗度大于3 mm,茎秆粗壮,有健康、发达的根系,幼根白色,根上有明显的根毛。根系恰好把穴孔内的基质包住,钵体苗散坨率在10%以内,机械化移栽合格率达90%以上,种植或出售前茎叶偏硬。

本试验采用立体式潮汐循环灌溉育苗车,该设备具有底部循环供排水功能,保证根部充分供水,促进幼苗根系生长,避免从顶部浇水的不足,增加基质持水度,还可节省劳力和水肥,便于移动和转苗,可

扩大育苗空间3~5倍,可为工厂化育苗提供借鉴。

本试验采用半自动化移栽机主要针对早春番茄穴盘苗进行小范围试验,各项评判指标都在行业标准规定范围内。但对其他茬次和嫁接苗,以及全自动移栽试验及大规模田间试验需进一步研究。

参考文献:

[1] 郭世荣,王丽萍.设施蔬菜生产技术[M].北京:化学工业出版社,2013.

[2] 喻景权,周杰.“十二五”我国设施蔬菜生产和科技进展及其展望[J].中国蔬菜,2016(9):18-30.

[3] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴:2016[M/OL].北京:中国统计出版社,2016[2017-06-27].<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2016/indexch.htm>.

[4] 张俊杰,张西群,彭发智,等.蔬菜工厂化播种育苗技术及应用前景[J].河北农业科学,2013,17(4):20-23.

[5] 郝金魁,张西群,齐新,等.工厂化育苗技术现状与发展对策

- [J].江苏农业科学,2012,40(1):349-351.
- [6] 于亚波,伍萍辉,冯青春,等.我国蔬菜育苗装备研究应用现状及发展对策[J].农机化研究,2017(6):1-6.
- [7] 陈殿奎.国内外蔬菜穴盘育苗发展综述[J].中国蔬菜,2000(S1):7-11.
- [8] 周建,郝峰鸽,李保印.工厂化育苗基质的研究进展[J].广东农业科学,2012(4):224-226.
- [9] OSTOS J C, LÓPEZ-GARRIDO R, MURILLO J M, et al. Substitution of peat for municipal solid waste- and sewage sludge-based composts in nursery growing media: effects on growth and nutrition of the native shrub *Pistacia lentiscus* L. [J]. Bioresource Technology, 2008, 99(6):1793-1800.
- [10] 李婧,郁继华,颜建明,等.不同配比基质对番茄穴盘苗品质的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2012,40(11):165-171.
- [11] 浩折霞,黄大鹏,顾少华,等.酒糟-牛粪堆肥复配瓜果类蔬菜育苗基质配方筛选[J].南京农业大学学报,2017,40(3):457-463.
- [12] 王勤礼,许耀照,闫芳,等.以牛粪、食用菌废料为主的辣椒育苗基质配方研究[J].中国农学通报,2014,30(4):179-184.
- [13] 冯锡鸿,赵金华.育苗基质中腐熟牛粪用量对番茄、甜瓜幼苗生长的影响[J].中国农学通报,2009,25(8):230-232.
- [14] 范如芹,罗佳,高岩,等.农业废弃物的基质化利用研究进展[J].江苏农业学报,2014,30(2):442-448.
- [15] 中华人民共和国农业部.蔬菜穴盘育苗通则:NY/T 2119-2012[S].北京:中国标准出版社,2012.
- [16] 中华人民共和国农业部.蔬菜育苗基质:NY/T 2118-2012[S].北京:中国农业出版社,2012.
- [17] 邢延德,张志国.栽培基质常用理化性质“一条龙”测定法[J].北方园艺,2002(3):18-19.
- [18] 鲍士旦.土壤农化分析[M].北京:科学出版社,2000.
- [19] 中华人民共和国农业部.土壤检测第2部分:土壤pH的测定:NY/T 1121.2-2006[S].北京:中国农业出版社,2006.
- [20] 中华人民共和国国家环境保护部.土壤电导率的测定电极法:HJ 802-2016[S].北京:中国环境科学出版社,2016.
- [21] 陈阳,林永胜,周先治,等.不同育苗基质对番茄幼苗生长的影响[J].热带作物学报,2015,36(12):2149-2154.
- [22] 冯志威,巫东堂,赵乘风.不同基质对比对番茄育苗质量的影响[J].山西农业科学,2014,42(5):460-462,469.
- [23] 徐苏萌,高艳明,马晓燕,等.不同有机肥对比对设施番茄生长、品质和基质环境的影响[J].江苏农业学报,2016,32(1):189-195.
- [24] 李德翠,高文瑞,徐刚.以木薯渣为主的番茄育苗基质配方研究[J].西南农业大学学报,2015,28(2):733-737.
- [25] 方伟,张青,姜闯,等.不同基质对比对黄瓜穴盘育苗效果的影响[J].农业科技与装备,2013(7):3-4,7.
- [26] 杨延杰,赵康,陈宁,等.不同基质理化性状对春季番茄幼苗生长及根系形态的影响[J].西北农业学报,2013,22(7):125-131.
- [27] 唐玉新,殷晓丹,吴海明,等.无锡地区适合机械化移栽花椰菜穴盘育苗技术规程[J].江苏农业科学,2016,44(12):222-224.
- [28] 中华人民共和国工业和信息化部.旱地栽植机械:JB/T 10291-2013[S].北京:机械工业出版社,2014.
- [29] 曲继松,张丽娟,冯海萍,等.根域限制对柠条基质黄瓜幼苗生长及气体交换参数的影响[J].江苏农业学报,2015,31(1):130-133.
- [30] 郑子松,王林闯,李纲,等.不同穴盘育苗基质对辣椒幼苗生长的影响[J].江苏农业科学,2016,44(2):190-192.
- [31] 高新昊,张志斌,郭世荣,等.氮钾肥配施对番茄幼苗生长及前期产量构成的影响[J].土壤通报,2005,36(4):549-552.
- [32] 赵伟,刘梦龙,杨圆圆,等.减施磷肥对番茄植株生长、产量、品质及土壤养分状况的影响[J].中国农学通报,2017,33(1):47-51.
- [33] 史宣杰,蔡毓新,马凯,等.番茄工厂化育苗技术规程[J].中国瓜菜,2017,30(4):40-42.

(责任编辑:陈海霞)