

侯如娇, 窦亮, 胡洁, 等. 番茄育苗基质中保水剂和黏结剂的筛选及其组合效果评价[J]. 江苏农业学报, 2023, 39(7): 1575-1582.
doi: 10.3969/j.issn.1000-4440.2023.07.014

番茄育苗基质中保水剂和黏结剂的筛选及其组合效果评价

侯如娇¹, 窦亮², 胡洁¹, 江高飞¹, 王孝芳¹, 韦中¹, 沈其荣¹, 徐阳春¹

(1. 南京农业大学资源与环境科学学院/国家有机类肥料工程技术研究中心, 江苏 南京 210095; 2. 中化作物保护品有限公司, 上海 200215)

摘要: 育苗基质是工厂化育苗的关键。探究添加不同保水剂及黏结剂对基质性质及幼苗生长的影响, 可以保障育苗质量并降低生产成本提供参考。选择基石抗旱(JS)、生金沙(SJS)、正能量(NL)、日本触媒(JK) 4种保水剂以及凹凸棒石(AT1、AT2)和膨润土(BT1和BT2) 4种黏结剂, 测定它们对基质保水节水能力、黏结性及幼苗生长的影响, 筛选出最优保水剂和黏结剂, 进一步通过番茄育苗试验筛选出最佳的保水剂和黏结剂复配组合和适宜用量。结果表明保水剂JS的反复吸水能力最强, 综合保水性能较佳。使用黏结剂AT1塞子苗形成率大于88.00%。综合塞子苗形成率及幼苗生长, 黏结剂AT1效果最佳。将筛选获得的JS和AT1复配后加入育苗基质中, 0.2% JS+4% AT1处理幼苗的萎蔫率相对较低, 且在幼苗株高、茎粗、根长、叶面积、总干质量以及壮苗指数等生长特性及生理指标上均优于其他处理。说明0.2%基石抗旱与4%凹凸棒石1复配后添加到基质中效果最好, 可以作为兼具保水节水和黏结成坨功效的番茄功能性育苗基质的推荐配方。

关键词: 穴盘育苗; 保水剂; 黏结剂; 功能性育苗基质

中图分类号: S641.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2023)07-1575-08

Screening of water retaining agent and adhesion agent in tomato nursery substrates and evaluation of their combination effect

HOU Ru-jiao¹, DOU Liang², HU Jie¹, JIANG Gao-fei¹, WANG Xiao-fang¹, WEI Zhong¹, SHEN Qi-rong¹, XU Yang-chun¹

(1. College of Resources and Environmental Sciences, Nanjing Agricultural University/National Engineering Research Center for Organic-based Fertilizers, Nanjing 210095, China; 2. Sinochem International Crop Care Co., Ltd., Shanghai 200215, China)

Abstract: Seedling substrate is the key to industrialized seedling cultivation. Exploring the effects of adding different water-retaining agents and adhesion agents on substrate properties and seedling growth can provide a reference for ensuring seedling quality and reducing production costs. Four water retaining agents (JS, SJS, NL, JK) and four binders, namely, attapulgit (AT1, AT2) and bentonite (BT1, BT2), were selected to determine their effects on the water retaining and

收稿日期: 2022-08-31

基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金项目[CX(22)1004]; 国家自然科学基金项目(42007025); 江苏省自然科学基金项目(BK20200533)

作者简介: 侯如娇(1996-), 女, 山西晋中人, 硕士研究生, 主要从事根际微生态与土壤生物障碍消减研究。(E-mail) 775022640@qq.com

通讯作者: 徐阳春, (E-mail) ycxu@njau.edu.cn

water saving ability of the substrate, adhesion and seedling growth, and the optimal water-retaining agent and adhesion agent were selected. The optimal combination and appropriate dosage were further screened through tomato cultivation experiments. The results showed that water-retaining agent JS had the best repeated water absorption capacity and better comprehensive water retention performance. The formation rate of plug seedlings using adhesion agent AT1

was greater than 88.00%. Combining the formation rate of plug seedlings and seedling growth, the adhesion agent AT1 had the best effect. The screened JS and AT1 were mixed and added to the seedling substrate. The seedling wilting rate under the treatment of 0.2% JS and 4.0% AT1 was relatively low, and the seedling growth characteristics and physiological indicators such as plant height, stem diameter, root length, leaf area, total dry weight, and seedling strength index were superior to other treatments. The combination of 0.2% JS and 4.0% AT1 had the best effect, and could be used as the recommended formula for functional tomato seedling tomato substrate with both water retaining and water saving effects and adhesion efficacy.

Key words: plug seedlings; water-retaining agent; adhesion agent; functional seedling substrate

育苗基质是依据作物生长需求将有机、无机物质组合形成的土壤替代物。育苗基质通过改变种子萌发的环境条件,进而影响幼苗出苗率和成活率以及蔬菜的品质和产量^[1-2]。目前育苗基质广泛应用于工厂化育苗,但仍存在基质孔隙度较大、持水能力较弱、养分流失等较多问题,造成了水资源的浪费以及幼苗素质较低。此外,由于基质组分黏结性不够,幼苗移栽时根系很难形成基质坨,导致缓苗时间延长,甚至会影响幼苗移栽成活率^[3]。为了满足迅速发展的农业生产需求,实现科学高效育苗,找到优质的新型基质配方至关重要^[4]。

已有研究结果表明在基质中添加保水剂有利于节水、保肥以及提高幼苗素质^[5-6]。保水剂是一种高分子聚合物,可以在短时间内吸收大量水分形成凝胶^[7],从而将基质中多余的灌溉水储存起来,当作物需要的时候再释放水分供给作物,起到抗旱保水的功效。于茜等^[8]通过添加保水剂提高了基质的含水量并改善了芹菜幼苗的生长环境。和苗苗等^[9]在基质中添加适量保水剂可以显著提高基质持水量。但是不同作物对水分的需求量是不同的,保水剂过量可能出现与作物争水的现象^[10],因而有必要针对具体作物确定保水剂的适宜用量。此外,使用育苗盘移栽秧苗时常会由于基质黏结性不强造成移栽困难,植物根系损伤等问题。汪树生等^[11]研究表明,黏结剂影响基质的容重和总孔隙度,低含量黏结剂有利于辣椒幼苗生长。刘文志等^[12]添加羧甲基纤维素作为黏结剂可以提高水稻出苗率,使地上干物质质量显著增加。凹凸棒石、膨润土等材料具有极强的吸附能力,常用做黏结剂,在农业中可用于土壤改良、肥料包膜等^[13],但在育苗基质中利用其黏结性优化基质特性的研究较少。将保水剂与黏结剂联合使用,既可以解决普通基质持水节水性差的问题,又可以改善基质黏结性,减少移栽时幼苗的损伤。因此,进一步探究不同类型及用量保水

剂、黏结剂添加到基质中对培育幼苗的作用对优化基质配方至关重要。

本研究以 4 种不同保水剂和 4 种不同黏结剂为材料,通过前期试验筛选出最佳的保水剂和黏结剂,分别设置不同的用量梯度将其两两复配,通过测定不同复配处理对番茄幼苗出苗率、生长及生理特性的影响,筛选出最佳配方。通过将保水剂和黏结剂混合加入到基质中,制成性能良好的功能性基质提高幼苗素质,为工厂化育苗提供理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试育苗基质和作物品种 蔬菜育苗基质(容重 0.66 g/cm³,总孔隙度 75.22%,通气孔隙 28.31%,持水孔隙 46.91%,气水比 0.61:1.00(体积比),pH 值 6.05,电导率 0.82 mS/cm)。蔬菜品种为合作 903 番茄。

在江苏中宜生物肥料工程中心的温室进行盆栽试验。

1.1.2 供试保水剂和黏结剂 本研究选用基石抗旱(JS)、生金沙(SJS)、正能量(NL)、日本触媒(JK)4 种含有不同组成成分的保水剂,选用凹凸棒石 1(AT1)、凹凸棒石 2(AT2)、钠基膨润土(BT1)、钙基膨润土(BT2)4 种不同组成成分的黏结剂,购自不同公司,基本信息见表 1。

1.2 试验设计

1.2.1 保水剂性能检测 称取 1 g 保水剂浸入水中 12 h 后过滤,凝胶称质量用于表征吸水能力;称取吸水后的保水剂凝胶,35 ℃ 恒温培养箱中每隔 12 h 称质量 1 次,用于表征保水能力;保水剂充分吸水,称质量,烘干,如此反复,记录每次吸胀后的凝胶质量用于表征反复吸水能力;称取 0.2 g 保水剂于 100 g 基质中,定时称质量保持基质含水量为 60%,统计所有处理加水量用于表征节水能力^[14]。

表 1 保水剂和黏结剂基本信息

Table 1 Basic information of water retaining agents and adhesion agents

类型	名称	代码	主要成分	性状	颜色
保水剂	基石抗旱	JS	淀粉系高吸水性树脂	小颗粒	白色
保水剂	生金沙	SJS	聚丙烯酸钾	小颗粒	暗黄色
保水剂	正能量	NL	丙烯酸树脂	小颗粒	白色
保水剂	日本触媒	JK	聚丙烯酰胺	小颗粒	白色
黏结剂	凹凸棒石 1	AT1	含水富镁硅酸盐黏土矿	粉末	土灰色
黏结剂	凹凸棒石 2	AT2	含水富镁硅酸盐黏土矿	粉末	砖红色
黏结剂	钠基膨润土	BT1	以蒙脱石为主,层间电子为钠离子	粉末	青灰色
黏结剂	钙基膨润土	BT2	以蒙脱石为主,层间电子为钙离子	粉末	青灰色

1.2.2 黏结剂作用下塞子苗形成率、崩坏率及生长指数测定 根据不同处理设置提前将基质混匀,育苗盘中每孔加入约 70 g 基质,将番茄种子播种在基质中培育。育苗结束时,幼苗根系与基质在穴盘中缠绕形成的基质坨呈上天下小的塞子形,称为塞子苗^[14]。将番茄苗在自然状态下拔出,记录塞子苗形成率和崩坏率,并测定番茄幼苗的生长特性包括株高、茎粗、根长、地上和地下鲜质量以及干质量,计算壮苗指数^[15]。

1.2.3 保水剂和黏结剂复配 保水剂选用 0.1%、0.2%和 0.3%的基石抗旱(JS),黏结剂选用 2%、4%和 6%的凹凸棒石 1(AT1),两两组合后共 9 个处理,以基质中不添加保水剂和黏结剂为对照(CK)(表 2)。将保水剂和黏结剂按照对应质量分数复配添加到基质中拌匀,用混好的基质于温室育苗。

表 2 复配组合基本信息

Table 2 Basic information of composite combination

代码	保水剂用量(%)	黏结剂用量(%)
CK	0	0
T1	0.1	2
T2	0.1	4
T3	0.1	6
T4	0.2	2
T5	0.2	4
T6	0.2	6
T7	0.3	2
T8	0.3	4
T9	0.3	6

CK:无保水剂和黏结剂对照。保水剂为基石抗旱(JS);黏结剂为凹凸棒石 1(AT1)。

复配试验各项指标测定方法:播种后第 3 d 开始每天记录出苗数,记录周期为 5 d,出苗数占播种种子总数的比例即为出苗率;播种后第 8 d 测定幼苗生长特性,量取茎基部到生长点顶端为株高,量取茎基部到根尖的最大长度为根长,测量子叶下 1 cm 处茎秆的直径为茎粗,将幼苗从茎基部剪断分别测定地上和地下鲜质量,然后放入烘箱中,105 ℃烘 30 min 再调到 75 ℃烘干至恒质量后称质量作为干质量,计算壮苗指数^[16];测定的幼苗生理特性包括可溶性糖(蒽酮法)以及可溶性蛋白质(考马斯亮蓝染色法)^[17]。在干旱处理中,当出苗后约 20 d 水分状况基本一致时进行干旱处理,即在此后的 108 h 内不浇水,观察幼苗的萎蔫状况并计算萎蔫率。

1.3 数据处理

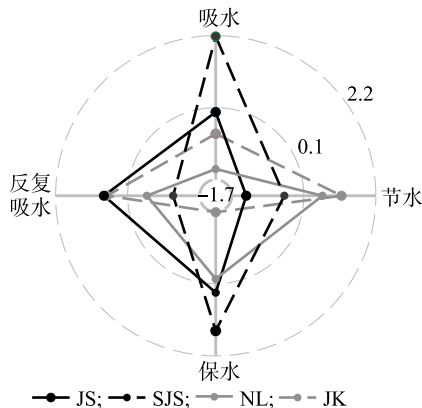
采用 R 4.0 版本、sigmaplot14.0 软件进行数据处理和统计分析,雷达图通过 scale 完成数据标准化,利用 ggradar 包完成可视化,其他数据利用 agricolae 及 ggpubr 包进行统计分析,利用 ggplot2 及 sigmaplot14.0 进行数据可视化,方差分析方法为邓肯氏多重检验($P<0.05$)。

2 结果

2.1 保水剂性能测定

为了筛选性能较好的保水剂,首先对 4 种不同保水剂的性能包括吸水能力、保水能力、反复吸水能力以及在基质中的节水量进行测定,结果如图 1 所示。保水剂在充分吸涨后,失水的速率能最直观体现其保水能力。其中 SJS 吸水及保水能力最强,JS

次之。保水剂具有反复吸水能力,即在经历吸水-释水-吸水-释水的多次重复过程之后依然具有吸水能力,其中 SJS 反复吸水能力最差。节水能力测定结果表明 JS 节水能力最差。综合 4 个性能,JS 相比其他保水剂保水性能较佳,可作为复配保水剂材料。



JS: 基石抗旱; SJS: 生金沙; NL: 正能量; JK: 日本触媒。

图 1 4 种保水剂的相关性能

Fig.1 Related properties of four water retaining agents

2.2 黏结剂对塞子苗质量及幼苗生长的影响

基质中添加黏结剂会影响基质坨的形成率,进而影响幼苗移栽成活率及生长发育。试验以 2 种凹凸棒石和 2 种膨润土作为黏结剂,分别以不同比例添加到育苗基质中。由表 3 可以看出,黏结剂类型和用量会显著影响幼苗生长。对照处理(不添加黏结剂)中塞子苗形成率最低,添加 8% AT1 到基质中形成率高达 96.29%,较 CK 高出 85.7%。随着黏结剂用量的增加,塞子苗的崩坏率整体上呈现出下降的趋势,有利于塞子苗紧实牢固。进一步计算壮苗指数,结果表明 2% AT1 和 4% AT2 下壮苗指数较高,说明基质中加入黏结剂之后有利于促进幼苗生长,但使用过量则效果不佳。综合比较将 AT1 作为复配黏结剂材料。

2.3 保水剂和黏结剂复配基质的效果评价

综合上述试验结果,将保水剂和黏结剂复配加入基质中(表 2)。利用温室育苗试验评估不同复配基质的应用效果。

2.3.1 复配基质对番茄幼苗出苗率的影响 从播种后第 3 d 开始记录出苗数,共记录到播种后第 8 d,根据出苗率绘制曲线,计算线下面积,综合表征出苗速度及出苗率。整体上,所有处理均具有较快的

出苗速度,保水剂和黏结剂复配加入基质中有助于提高出苗率(图 2A)。与对照相比,处理 T2、T4 和 T8 出苗效果显著高于对照及其他处理,与对照相比分别提高了 6.13%、5.92%、8.12%(图 2B)。

表 3 黏结剂对塞子苗质量及幼苗生长的影响

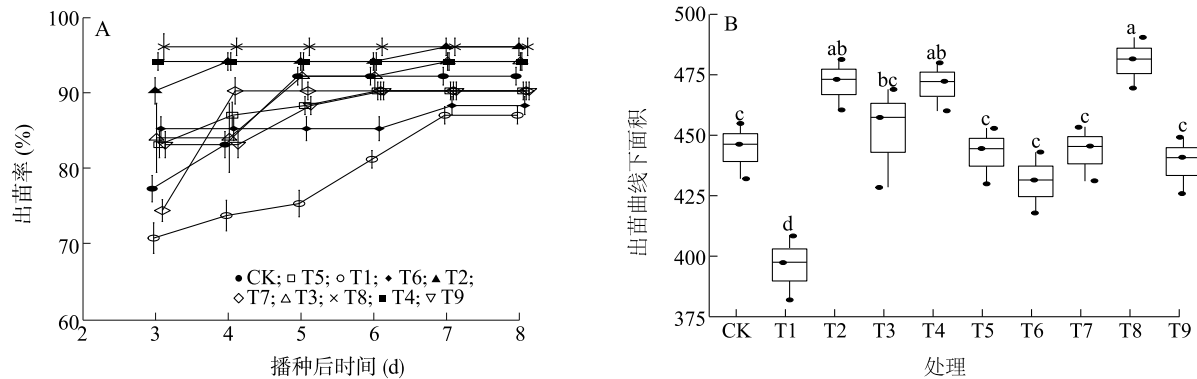
Table 3 Effects of adhesion agent on the quality and growth of plug seedlings

处理	塞子苗形成率 (%)	塞子苗崩坏率 (%)	壮苗指数
CK	51.85f	13.613±0.010a	0.025±0.012f
2% AT1	68.51ef	10.658±0.003b	0.044±0.012b
4% AT1	88.89abc	3.817±0.006cd	0.042±0.011bc
6% AT1	92.59abc	2.452±0.004cdefg	0.031±0.017d
8% AT1	96.29a	2.112±0.010efg	0.032±0.016d
2% AT2	62.96f	0.921±0.004g	0.039±0.018c
4% AT2	77.78de	2.434±0.001cdefg	0.049±0.021a
6% AT2	87.04abcd	2.301±0.006defg	0.024±0.006f
8% AT2	92.60abc	1.622±0.002efg	0.024±0.015f
2% BT1	59.26f	1.810±0.003efg	0.039±0.018c
4% BT1	81.48cd	1.810±0.003efg	0.039±0.015c
6% BT1	87.04abcd	2.637±0.001cdef	0.027±0.016f
8% BT1	90.74abc	1.289±0.003fg	0.031±0.016de
2% BT2	64.84f	3.995±0.007c	0.041±0.014bc
4% BT2	83.33bcd	2.431±0.001cdefg	0.038±0.012c
6% BT2	88.88abc	3.116±0.004cde	0.024±0.016f
8% BT2	94.44ab	1.570±0.003efg	0.024±0.002f

AT1: 凹凸棒石 1; AT2: 凹凸棒石 2; BT1: 钠基膨润土; BT2: 钙基膨润土。同一列数字后不同小写字母表示处理间差异显著($P < 0.05$)。

2.3.2 干旱处理时复配基质对番茄幼苗萎蔫率的影响 由图 3 所示,保水剂和黏结剂复配加入基质中显著降低了幼苗萎蔫率,有利于幼苗抗干旱。在干旱处理后第 24 h,全部处理均未出现幼苗萎蔫现象;第 36 h,不同处理之间萎蔫率开始出现差别,且随干旱时间延长差别逐渐增大,其中 CK 的萎蔫率最高,达到 70%,显著高于其他处理,处理 T2、T5 和 T7 萎蔫率显著低于其他处理,与对照相比分别降低 58.53%、68.92%、60.85%。其中处理 T5 在降低幼苗萎蔫率、减缓萎蔫速度等方面效果最好。

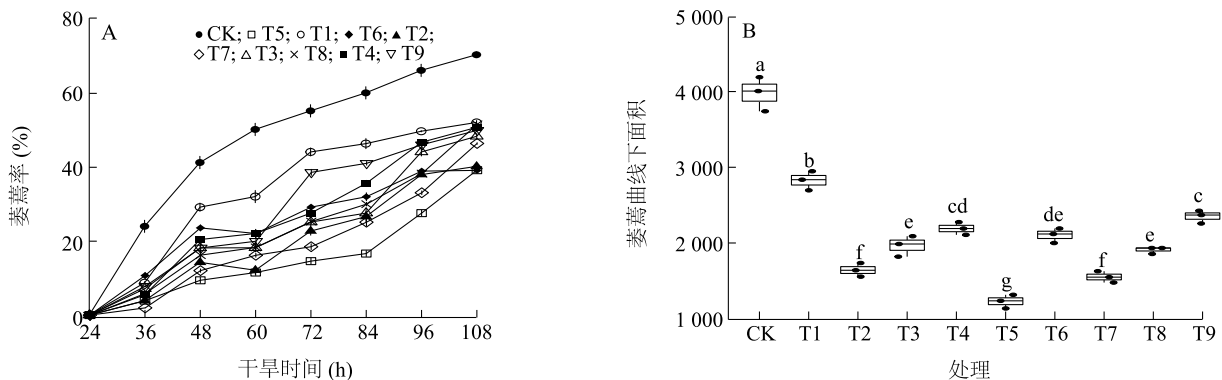
2.3.3 复配基质对番茄幼苗生长指标的影响 测定不同复配基质中幼苗生长特性结果表明处理 T5 在株高、茎粗、根长、叶面积、地下部干质量方面显著优于其他处理(图 4A);处理 T5 地上部干质量



CK:无保水剂和黏结剂对照;T1:0.1%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T2:0.1%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T3:0.1%基石抗旱+6%凹凸棒石 1;T4:0.2%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T5:0.2%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T6:0.2%基石抗旱+6%凹凸棒石 1;T7:0.3%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T8:0.3%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T9:0.3%基石抗旱+6%凹凸棒石 1。不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

图2 不同保水剂和黏结剂复配基质对出苗率的影响

Fig.2 Effects of different water retaining agent and adhesion agent compound matrixes on seedling emergence rate



CK:无保水剂和黏结剂对照;T1:0.1%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T2:0.1%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T3:0.1%基石抗旱+6%凹凸棒石 1;T4:0.2%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T5:0.2%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T6:0.2%基石抗旱+6%凹凸棒石 1;T7:0.3%基石抗旱+2%凹凸棒石 1;T8:0.3%基石抗旱+4%凹凸棒石 1;T9:0.3%基石抗旱+6%凹凸棒石 1。不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

图3 不同保水剂和黏结剂复配基质对幼苗萎蔫率的影响

Fig.3 Effects of different water retaining agent and adhesion agent compound matrixes on wilting rate

仅次于处理 T3。壮苗指数(图 4B)表明除处理 T1 和 T9 外,其他处理全部显著高于对照,处理 T5 具有最高的壮苗指数,说明处理 T5 幼苗整体上具有最佳的生长状况和最高的生长潜力,处理 T3 和 T8 幼苗次之。

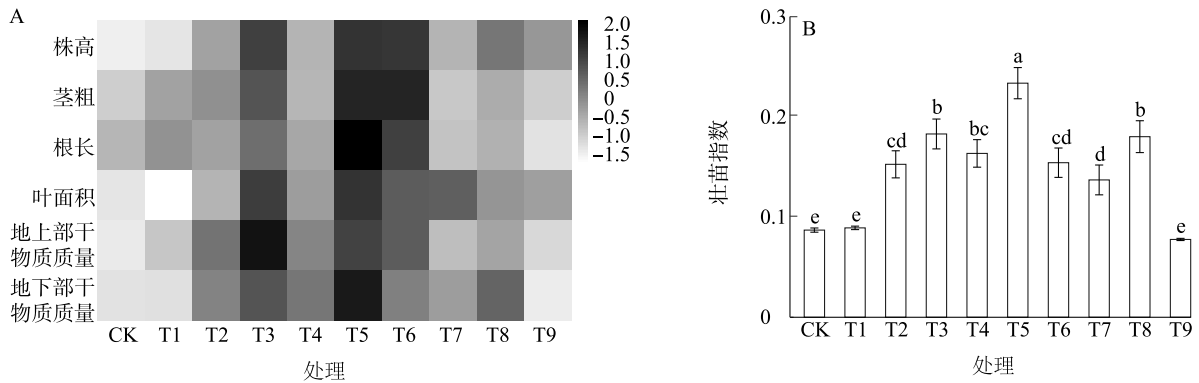
2.3.4 复配基质对番茄幼苗生理特性的影响 植物体内可溶性糖及可溶性蛋白质可作为评价作物抗逆能力的指标。试验结果(图 5)表明,处理 T5 可溶性糖含量为 8.67 g/mg,较对照增加 36.3%;处理 T6 中可溶性蛋白质含量最高,为 2.89 g/mg,其次为处理 T5。综合来看处理 T5、T6 有利于番茄幼苗可溶

性糖和可溶性蛋白质含量提高。

适当用量的保水剂和黏结剂复配基质对幼苗生长具有一定的促进作用,提升幼苗出苗率以及在干旱胁迫下的抗逆能力。综合来看处理 T5 (0.2%基石抗旱和 4.0%凹凸棒石 1)基质可以作为功能性基质育苗。

3 讨论与结论

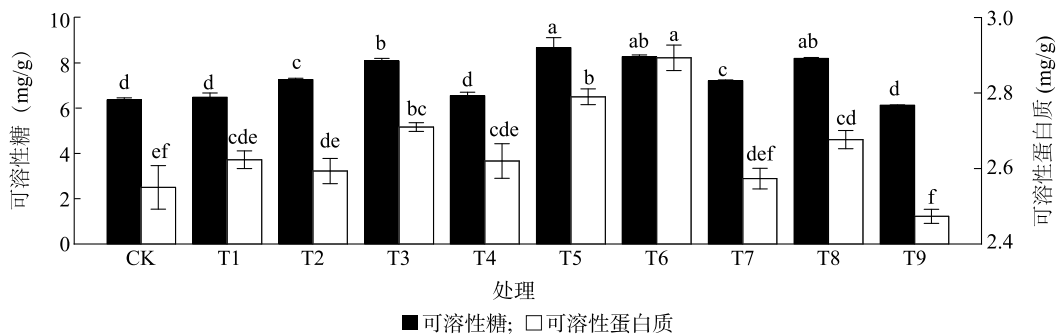
保水剂因其高吸水能力应用于旱作农业中。本试验选择 4 种不同类型保水剂,主要成分分别为淀粉系高吸水性树脂^[18],聚丙烯酸钾^[19],丙烯酸树



CK: 无保水剂和黏结剂对照; T1: 0.1% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T2: 0.1% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T3: 0.1% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1; T4: 0.2% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T5: 0.2% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T6: 0.2% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1; T7: 0.3% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T8: 0.3% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T9: 0.3% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1。不同小写字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)。

图 4 不同保水剂和黏结剂复配基质对番茄幼苗生长特性的影响

Fig.4 Effects of different water retaining agent and adhesion agent compound matrixes on growth characteristics of tomato seedlings



CK: 无保水剂和黏结剂对照; T1: 0.1% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T2: 0.1% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T3: 0.1% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1; T4: 0.2% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T5: 0.2% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T6: 0.2% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1; T7: 0.3% 基石抗旱+2% 凹凸棒石 1; T8: 0.3% 基石抗旱+4% 凹凸棒石 1; T9: 0.3% 基石抗旱+6% 凹凸棒石 1。相同生理指标不同小写字母表示处理间差异达 0.05 水平。

图 5 复配组合对番茄幼苗可溶性糖和可溶性蛋白含量的影响

Fig.5 Effects of compound combinations on the content of soluble sugar and soluble protein in tomato seedlings

脂^[20]和聚丙烯酰胺^[21],具有易吸水、储水的多泡孔结构,可以减少基质水分蒸发,提高持水能力^[22]。其中主要成分为聚丙烯酸钾的生金沙吸水保水能力最强,但反复吸水能力及节水能力较差,可能是由于基质中大量盐分离子会阻止其反复吸收水分^[23]。主要成分为淀粉系高吸水性树脂的基石抗旱最大吸水能力、保水能力仅次于生金沙,但反复吸水能力最佳。淀粉系高吸水性树脂的多泡孔状微观结构和大量亲水基团^[24],使其具有更为持久的强吸水性和保水性。李永胜等^[25]在复合基质中发现淀粉系高吸水性树脂的添加可提高基质持水量,使作物在持续较高温度条件下仍能维持生长。于明英等^[26]在基质培育小油菜中同样利用高吸水性树脂材料作为保水

剂提高了基质保水性,改善了小油菜幼苗生长状态及生物量积累。基石抗旱同样能够延缓基质水分蒸发,保水性和吸水性均较佳,因此选择其作为基质中保水剂材料。

塞子苗的形成与幼苗根系多少、长短以及基质的黏结能力相关,可用于评估育苗质量的好坏。凹凸棒石和膨润土具有较强的黏结性,在多个领域得到广泛应用^[27-28]。本研究中利用凹凸棒石和膨润土作为黏结剂,结果发现加入黏结剂后,塞子苗的形成率显著提高,崩坏率随黏结剂用量增加而呈现下降趋势,且黏结剂加入后壮苗指数增加,说明有利于幼苗生长。肖建国等^[29]研究结果表明,基质中添加凹凸棒石后烤烟产量和品质显著提升,魏荣道等^[30]

研究结果表明,基质中添加凹凸棒石能促进番茄、黄瓜、玉米等增产。原因可能是凹凸棒石略带负电荷,使其含有铁、钙、镁等微量元素,为幼苗生长提供营养^[31],并且它们的黏结性可以促进基质中团聚结构的形成,提高容重,形成较好的孔隙结构^[32]。不添加黏结剂的情况下,所形成的的塞子苗紧实度不高,遇到外力时容易碎裂,但同时发现黏结剂用量过高时反而会导致壮苗指数下降。范如芹等^[33]研究结果表明,凹凸棒石过量添加会导致基质容重偏大,不利于作物生长,而少量添加不仅能有效改善基质性能同时有利于促进番茄根系生长。李福建等^[34]研究结果表明,少量凹凸棒石黏土添加显著促进麦苗生长以及提高叶绿素、蛋白质含量,但添加量超过30 g/kg时,会对小麦幼苗生长不利。原因可能是添加黏结剂过多后,基质内部部分通气孔隙受到阻塞,幼苗根系呼吸作用受到影响,使得幼苗发育不良。凹凸棒石1作为一种层链状过渡结构的黏土矿,具有较好的吸附性、黏结性,且有利于幼苗生长,选择其作为基质黏结剂材料。

针对实践中发现育苗基质存在的保水性差和基质移栽时紧实度差这两个问题,保水剂在吸胀后更利于持水^[35-36],黏结剂在吸水后黏结性较强^[37],二者以适当比例复配添加到基质中可以获得兼具二者优点的功能性育苗基质,从而同时解决这两个问题。试验将保水剂基石抗旱和黏结剂凹凸棒石1按照不同比例进行复配,结果表明基质中添加复配组合后,出苗率显著提高,干旱下幼苗萎蔫率显著降低,其中处理T5(0.2%基石抗旱+4.0%凹凸棒石1)萎蔫率最低,且可溶性糖和可溶性蛋白质含量显著提高,可溶性糖可以调节渗透势,可溶性蛋白在多个生理过程发挥作用,表明处理T5有利于提高幼苗抗逆性。

本研究将保水剂和黏结剂复配,分别利用其保水和黏结性能,研制兼具两种特性的功能性育苗基质,通过筛选最终确定0.2%保水剂基石抗旱+4%黏结剂凹凸棒石1为推荐配方。为蔬菜育苗提高水分利用效率,缩短浇水周期,提高幼苗质量,缩短缓苗时间,减少人力成本提供借鉴。

参考文献:

- [1] BARRETT G, ALEXANDER P, ROBINSON J, et al. Achieving environmentally sustainable growing media for soilless plant cultivation systems-a review[J]. *Scientia horticulturae*, 2016, 212: 220-234.
- [2] 王宇欣,孙倩倩,王平智,等. 玉米秸秆复配基质对黄瓜幼苗生长发育的影响[J]. *农业机械学报*, 2018, 49(7): 286-295.
- [3] WANG G, QU P, HUANG H, et al. Evaluation of coconut coir dust/modified urea-formaldehyde resins as a growing medium for pepper seedlings[J]. *Hort Technology*, 2020, 30(3): 1-9.
- [4] 周万管,徐 诚,徐恒辉,等. 工厂化番茄穴盘育苗基质筛选试验[J]. *浙江农业科学*, 2020, 61(5): 903-905.
- [5] 方 锋,黄占斌,俞满源,等. 保水剂与水分控制对辣椒生长及水分利用效率的影响研究[J]. *中国生态农业学报*, 2004, 12(2): 73-76.
- [6] 黄占斌,孙朋成,钟 建,等. 高分子保水剂在土壤水肥保持和污染治理中的应用进展[J]. *农业工程学报*, 2016, 32(1): 125-131.
- [7] NORTON L D. Stopping erosion with gypsum and PAM[J]. *Agricultural Research*, 1997, 45(9): 18-20.
- [8] 于 茜,姜小堂,盛 伟,等. 保水剂对基质保水性和芹菜幼苗生长的影响[J]. *江苏农业科学*, 2016, 44(10): 208-210.
- [9] 和苗苗,卢 珏,田汝响,等. 保水剂对底泥堆肥用作育苗基质的保水性和黄瓜幼苗生长的影响[J]. *杭州师范大学学报(自然科学版)*, 2020, 19(6): 76-84.
- [10] BOWMAN D C, EVANS R Y. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partly reversible by potassium [J]. *Hortscience*, 1991, 26(8): 1063-1065.
- [11] 汪树生,高双娜,冯 晨,等. 玉米秸秆栽培基质对辣椒育苗效果的影响[J]. *吉林农业大学学报*, 2019, 41(4): 414-418.
- [12] 刘文志,程芳艳,刘永巍,等. 改良水稻种纸黏结剂及其对秧苗素质的影响[J]. *现代化农业*, 2018(7): 44-45.
- [13] 张 贺,杨 静,周吉祥,等. 连续施用土壤改良剂对砂质潮土团聚体及作物产量的影响[J]. *植物营养与肥料学报*, 2021, 27(5): 791-801.
- [14] 黄占斌,辛小桂,宁荣昌,等. 保水剂在农业生产中的应用与发展趋势[J]. *干旱地区农业研究*, 2003, 21(3): 11-14.
- [15] 徐阳春,韦 中,窦 亮,等. 一种功能性育苗基质及其应用: 201811080699.1 [P]. 2019-01-18.
- [16] 文莲莲,李 岩,张聘丘,等. 冬季温室补光时长对番茄幼苗生长、光合特性及碳代谢的影响[J]. *植物生理学报*, 2018, 54(9): 1490-1498.
- [17] 李合生. 植物生理生化实验原理合技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [18] 范如芹,罗 佳,刘海琴,等. 淀粉基高吸水性树脂对基质理化性质及小青菜生长的影响[J]. *南京农业大学学报*, 2015, 38(4): 617-623.
- [19] 孔子尧,葛 琳,李建军,等. 聚丙烯酸钾小麦抗旱保水剂基本特性研究[J]. *安徽农学通报*, 2021, 27(21): 178-181.
- [20] 郑爱华,屈永年,胡杨根,等. 水性丙烯酸类树脂类的改性及其性能研究[J]. *邵阳医学院学报*, 2001, 20(3): 143-144.
- [21] 杨永泰,潘英华,张振华,等. 聚丙烯酰胺对土壤保蓄水性能及盐分淋溶的影响[J]. *鲁东大学学报(自然科学版)*, 2022, 38(1): 18-26.

- [22] MAO S, ISLAM M R, XUE X, et al. Evaluation of a water-saving superabsorbent polymer for corn (*Zea mays* L.) production in arid regions of Northern China[J]. African Journal of Agricultural Research, 2011, 6(17): 4108-4115.
- [23] 黄占斌, 夏春良. 农用保水剂作用原理研究与发展趋势分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(5): 104-106.
- [24] 王志玉, 刘作新, 蔡崇光, 等. 两种农用高吸水树脂的制备工艺及其土壤保水效果[J]. 农业工程学报, 2004, 20(6): 64-67.
- [25] 李永胜, 杜建军, 谢勇, 等. 保水剂对基质持水保肥力及番茄生长的影响[J]. 长江蔬菜, 2006(8): 57-58.
- [26] 于明英, 晏清洪, 肖娟, 等. 保水剂对基质育苗及沙培小油菜生长的影响[J]. 节水灌溉, 2018(1): 30-32.
- [27] ZIBA Z. The assessment of water retention efficiency of different soil amendments in comparison to water absorbing geocomposite[J]. Materials, 2021, 14(21): 6658.
- [28] 高小明. 膨润土和凹凸棒石对糊化淀粉尿素缓释效果影响的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [29] 肖建国, 宋瑞芳, 王广山, 等. 凹凸棒土不同施入方式对烤烟产量和品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(17): 143-145.
- [30] 魏荣道, 崔 娟. 甘肃临泽凹凸棒石粘土矿开发应用研究[J]. 甘肃科学学报, 2005(3): 43-45.
- [31] 郑自立, 田 煦, 蔡克勤, 等. 中国坡缕石晶体化学研究[J]. 矿物学报, 1997(2): 107-114.
- [32] 吴军虎, 杨 婷. 凹凸棒土对土壤水分运动基本参数的影响[J]. 水土保持学报, 2016, 30(6): 188-192.
- [33] 范如芹, 罗 佳, 高 岩, 等. 凹凸土对无土栽培基质性能及番茄育苗的影响[J]. 江苏农业学报, 2015, 31(4): 792-797.
- [34] 李福建, 宋旭东, 陈新红, 等. 凹土对小麦幼苗生长和土壤养分及含水量的影响[J]. 淮阴工学院学报, 2015, 24(1): 5-8.
- [35] EL-HADY O A, EL-KADER A, SHAFI A M, et al. Physico-biochemical properties of sandy soil conditioned with acrylamide hydrogels after cucumber plantation[J]. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2009, 3(4): 3145-3151.
- [36] 岑 睿, 屈忠义, 于 健, 等. 保水剂对半干旱区砂壤土水分运动的影响试验研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016(2): 122-127.
- [37] 陶 玲, 杨 欣, 吕 莹, 等. 凹凸棒基高分子固沙材料的表征及性能研究[J]. 硅酸盐通报, 2018(2): 547-552.

(责任编辑: 成纾寒)