

时成立,杨青松,麻艳威,等. 发酵木屑和木霉生物有机肥复混基质对容器梨苗的培育效果[J]. 江苏农业科学,2023,51(14):180-186.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.14.025

发酵木屑和木霉生物有机肥复混基质 对容器梨苗的培育效果

时成立¹, 杨青松², 麻艳威¹, 徐阳春¹, 董彩霞¹, 王中华²

(1. 南京农业大学资源与环境学院, 江苏南京 210095; 2. 江苏省农业科学院果树研究所, 江苏南京 210000)

摘要:以发酵木屑、木霉生物有机肥部分替代泥炭与珍珠岩复配成不同基质配比,研究其对容器梨苗生长发育的影响。试验设置如下 5 个处理:T0-3(50% 泥炭+20% 珍珠岩+30% 发酵木屑),T1-3(40% 泥炭+20% 珍珠岩+10% 木霉生物有机肥+30% 发酵木屑),T0-4(40% 泥炭+20% 珍珠岩+40% 发酵木屑),T1-4(30% 泥炭+20% 珍珠岩+10% 木霉生物有机肥+40% 发酵木屑)。结果表明:(1)不同配比基质的碱解氮、有效钾及有效镁含量均显著高于对照(泥炭+蛭石),添加木霉生物有机肥不同程度地增加了基质中的碱解氮、有效钾、有效钙和有效镁含量。(2)与对照相比,添加木霉生物有机肥处理的植株生物量显著提高,T1-3、T1-4 处理梨苗总干质量分别比对照提高 27.43%、51.41%;含木霉生物有机肥的基质处理植株生物量整体上也优于不含木霉生物有机肥处理。(3)T0-3、T0-4 处理对容器苗各部位养分含量的影响与对照相比总体上无明显差异,而 T1-3、T1-4 处理的植株养分含量有所增加,其中 T1-4 处理根部 Mg、Fe、Zn 元素含量显著高于对照,分别增加了 35.04%、13.40%、49.39%。综上所述,发酵木屑混配基质在容器梨苗培育过程中的效果能够达到甚至优于泥炭基质的效果,用发酵木屑替代泥炭制备容器梨苗培育基质具有可行性。添加木霉生物有机肥的复混基质对植株生长发育有更显著的促进作用,其中 T1-4(30% 泥炭+20% 珍珠岩+10% 木霉生物有机肥+40% 发酵木屑)基质处理最为理想。

关键词:梨;容器育苗;基质;发酵木屑;木霉;生物有机肥

中图分类号:S661.204 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)14-0180-07

随着现代化生态农业的迅速发展和无土栽培技术的广泛应用,育苗基质愈来愈受到关注^[1]。泥炭是最常用的育苗基质材料,但泥炭是不可再生资源,并且价格昂贵,使其应用受到限制。因此,可部

分替代泥炭的新型育苗基质材料的开发和应用显得尤为重要^[2]。在果树生产中,因整形修剪等原因,每年都会产生大量的废弃枝条,这些废弃枝条长期堆积,不仅会造成资源浪费,而且会影响树体的正常发育^[3]。因此,如何合理利用废弃果树枝条,减少资源浪费是目前亟需解决的难题。研究发现,将废弃枝条粉碎后发酵可以替代泥炭作为育苗基质原料,能够降低育苗成本,减少环境污染,实现农林废弃物资源的循环利用,为发展现代化绿色农业提供思路^[4-6]。木霉菌在自然界广泛存在且具有促进作物生长、生物防治等功能,目前已在辣椒、茶

收稿日期:2022-09-01

基金项目:现代农业产业技术体系建设专项(编号:CARS-28);江苏省宿迁市重点研发计划(编号:L202107)。

作者简介:时成立(1999—),男,河南南阳人,硕士研究生,从事梨养分管理方面的研究。E-mail:2426146249@qq.com。

通信作者:王中华,硕士,副研究员,从事梨栽培技术方面的研究。E-mail:wzh925@163.com。

[19]何芸雨,郭水良,王 喆.植物功能性状权衡关系的研究进展[J].植物生态学报,2019,43(12):1021-1035.

[20]黄 凯.物种和群落水平上外来入侵植物与共生本地植物叶功能性状和养分循环的差异及环境的影响[D].沈阳:沈阳农业大学,2021.

[21]郭美玲,姚步青,石国玺,等.高寒草甸植物叶片碳含量及其可塑性 with 系统发育的关系[J].生态学杂志,2018,37(6):1841-1848.

[22]王园博,赵锐锋,张丽华,等.黑河中游湿地不同植物群落土壤

有机碳分布及影响因素[J].草业科学,2020,37(5):833-844.

[23]陈 珊,张 兴,曲彦婷,等.石湖园林植物 LES 性状对水分环境响应的研究[J].东北农业大学学报,2021,52(6):34-44,77.

[24]Gago J,de Menezes D D,Figueroa C M,et al. Relationships of leaf net photosynthesis, stomatal conductance, and mesophyll conductance to primary metabolism: a multispecies meta-analysis approach[J]. Plant Physiology,2016,171(1):265-279.

树、黄瓜、草莓、番茄等园艺作物上得到广泛研究和应用^[7-11]。木霉菌在植物根部定殖后可随着根的生长而延伸,并通过在根际分泌生物活性物质或促进养分吸收来调控植物的生长。研究发现,含有木霉菌的生物型育苗基质不仅具有普通育苗基质的功能特性,而且对种苗具有较好的促生和抗逆作用^[12-13]。

梨是我国重要的果树作物之一,在我国除海南省、港澳地区外的各地均有种植^[14]。梨产业的健康发展不仅关系着农民创收和企业增效,更是在协调发展经济、社会、资源和环境保护,也是助力乡村振兴、实现人民富裕的重要力量^[15]。优质种苗培育是梨产业健康发展的重要课题,相比于大田裸根苗,以营养钵等容器培育的容器苗根系发达、生长健壮,移栽后成活率高、缓苗期短、生长势强,特别适用于规模化建园。尤其是随着果树容器大苗的培育与应用,土地利用率获得了有效提高,裸根苗移植时间的局限性被打破,可提早 1~2 年取得收益,是实现高质量建园的重要支撑^[16]。本研究以发酵木屑替代泥炭,并通过添加由木霉菌(*Trichoderma guizhouense*) NJAU4742 制备的木霉生物有机肥,形成不同配比成分的育苗基质,研究其对容器梨苗生长发育的影响,以期为果树容器苗培育以及专业化基质研究提供理论参考与实践支持。

1 材料与方法

1.1 试验地点与材料

试验分别在南京农业大学、江苏省农业科学院梨试验园进行,供试植物为一年生秋月梨(*Pyrus pyrifolia* Qiu Yue)嫁接苗,砧木为豆梨,由江苏省农业科学院果树研究所提供。选取无病虫害、长势基本一致的种苗,于 2021 年 3 月萌芽前装盆栽植。供试基质中的发酵木屑由梨树废弃枝条制取,生物有机肥材料、泥炭由江苏绿丰生态肥料有限公司提供。木霉生物有机肥由淮安柴米河农业科技股份有限公司制备并提供。供试生物有机肥通过将腐熟有机肥接入哈茨木霉菌株 NJAU4742 制备得到,其中木霉菌数量约为 1.0×10^8 CFU/g DW(干质量),有机质含量 $\geq 40\%$,总养分(N + P₂O₅ + K₂O)含量 $\geq 8\%$ 。珍珠岩(粒径为 3~6 mm)、蛭石(粒径为 4~6 mm)均由南京华绿草坪园艺中心提供。供试梨苗栽培容器为黑色聚乙烯(polyethylene, PE)材料营养杯,规格为 12 cm × 30 cm,由南京寿德试验器材有限公司提供。

1.2 试验设计

试验设 5 个处理:T0-3(50% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 30% 发酵木屑),T1-3(40% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 10% 木霉生物有机肥 + 30% 发酵木屑),T0-4(40% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 40% 发酵木屑),T1-4(30% 泥炭 + 20% 珍珠岩 + 10% 木霉生物有机肥 + 40% 发酵木屑),具体配方见表 1。以 67% 泥炭 + 33% 蛭石为对照,每个处理设 8 个重复。所用基质与园土均按 2:1 体积比混合均匀,参照生产习惯统一进行肥水管理。2021 年 10 月待梨树停止生长后,测定苗木各项生长与生理指标。

表 1 不同育苗基质配方(体积比)

处理	泥炭	珍珠岩	木霉生物 有机肥	发酵木屑	蛭石
CK	67	0	0	0	33
T0-3	50	20	0	30	0
T1-3	40	20	10	30	0
T0-4	40	20	0	40	0
T1-4	30	20	10	40	0

1.3 测定项目与方法

1.3.1 基质理化性质的测定 参考 GB/T 33891—2017《绿化用有机基质》的方法测定基质的 pH 值、可溶性离子浓度(EC)值,称取一定质量过 2 mm 筛的风干基质与去离子水以 1:5 的体积比混合,室温静置过夜后分别用 pH 计和电导仪测定基质的 pH 值、EC 值;基质的有机质含量采用重铬酸钾容量法测定^[17];碱解氮含量采用碱解扩散法测定(LY/T 1228—2015《森林土壤氮的测定》);有效磷、有效钾含量的测定参照 GB/T 33891—2017《绿化用有机基质》,用 AB-DTPA(碳酸氢铵-二乙三胺五乙酸)浸提法[AB-DTPA 浸提液:pH 值为 7.6 的 1 mol/L 碳酸氢铵 + 0.005 mol/L DTPA 提取液:在约 800 mL 蒸馏水中按体积比 1:1 加入 2 mL 氨水,然后加入 1.97 g DTPA,待大部分 DTPA 溶解后,加入 79.06 g 碳酸氢铵,轻轻搅拌至溶解,在 pH 计上用氨水或硝酸(体积比为 1:1)调节 pH 值至 7.6 后,定容到 1 L 容量瓶中,摇匀后待用]。碳酸氢铵、二乙三胺五乙酸、氨水和硝酸均为优级纯,用等离子体发射光谱法(ICP-OES)测定^[17];有效钙、有效镁含量用 1 mol/L 中性醋酸铵浸提,用 ICP-OES 法测定^[17]。

1.3.2 生长指标的测定 (1)地上部生长指标的测定。在 2021 年 10 月植株停止生长后,用钢尺卷测定基质面至苗木顶端的直线距离,即苗高;用游

标卡尺测量基质面上方 2 cm 处茎干的直径,即茎粗;用 SYE - YM02 型叶面积仪测定苗木叶片的叶面积并记录其叶片数。

(2)生物量的测定。地上部指标测量结束后,从营养杯中小心取出植株,用清水缓缓冲洗根部,小心除去根部附着的基质和其他杂物,而后将植株移至室内,擦干植株上的水分,用园艺剪刀于根茎交接处剪断苗木,编号后将植物样品装入纸袋中并放入烘箱内,于 105 ℃ 杀青 0.5 h,于 80 ℃ 烘至恒质量,进行称量。

(3)养分含量指标的测定。将植物各营养器官粉碎研磨后待用,全氮含量采用 H₂SO₄ - H₂O₂ 消煮,流动分析仪测定;植株样品中的磷、钾、钙、镁、铁、锰、铜、锌元素含量用混酸(浓硝酸和高氯酸,体积比 4 : 1)消煮后采用 ICP - OES 法测定。

(4)根系形态指标的测定。用 WinRHIZO 根系分析系统软件分析梨树根系的形态指标。

1.4 数据分析

用 SPSS 20.0 进行数据分析,用 Excel 2019 进

行图形绘制。各个处理之间的差异显著性用 Duncan’s 新复极差法进行分析。

2 结果与分析

2.1 不同配比育苗基质的理化性质分析

如表 2 所示,种苗上盆栽植前,不同配比育苗基质的 EC 值表现为 T1 - 3 处理显著高于其他处理,为 2. 60 mS/cm,对照的基质 EC 值最低,为 0.47 mS/cm;T1 - 3、T1 - 4 处理的 EC 值显著高于不含木霉生物有机肥的 T0 - 3、T0 - 4 处理;各处理的 pH 值范围为 6.3 ~ 7.0,适合梨苗生长;不同配比基质的碱解氮、有效钾及有效镁含量均显著高于对照;对照的有效磷含量最大,为 0.94 g/kg,其他处理的有效磷含量与对照相比差异不显著;T1 - 3、T1 - 4 基质处理的有效钙含量分别比对照显著提高 16.63%、21.99%;含有木霉生物有机肥的基质处理与不添加木霉生物有机肥的处理相比,基质的有效钾、有效钙和有效镁含量均得到提高。

表 2 不同配比育苗基质的理化性质

处理	EC 值 (mS/cm)	pH 值	碱解氮含量 (g/kg)	有效磷含量 (g/kg)	有效钾含量 (g/kg)	有效钙含量 (g/kg)	有效镁含量 (g/kg)
CK	0.47 ± 0.01e	6.58 ± 0.09b	0.21 ± 0.05c	0.94 ± 0.57a	0.63 ± 0.03e	5.23 ± 0.18cd	0.50 ± 0.02c
T0 - 3	1.08 ± 0.06c	6.39 ± 0.07c	0.41 ± 0.03a	0.64 ± 0.23a	1.70 ± 0.19c	5.62 ± 0.47bc	0.73 ± 0.06b
T1 - 3	2.60 ± 0.10a	6.69 ± 0.09b	0.40 ± 0.01a	0.64 ± 0.12a	2.85 ± 0.18a	6.10 ± 0.43ab	0.97 ± 0.08a
T0 - 4	0.90 ± 0.02d	6.92 ± 0.09a	0.35 ± 0.03b	0.63 ± 0.11a	1.08 ± 0.09d	4.95 ± 0.35d	0.64 ± 0.06b
T1 - 4	2.28 ± 0.04b	6.98 ± 0.02a	0.42 ± 0.02a	0.76 ± 0.01a	2.21 ± 0.02b	6.38 ± 0.16a	0.92 ± 0.02a

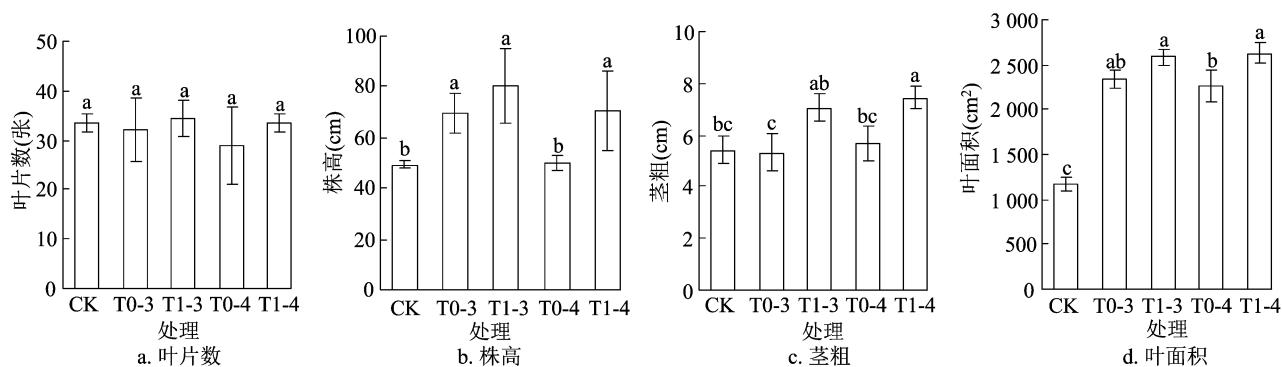
注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著(P < 0.05)。下表同。

2.2 不同配比育苗基质对容器梨苗地上部生长的影响

从图 1 可以看出,与对照相比,在发酵木屑混配基质中添加木霉生物有机肥可以提高容器梨苗的株高、茎粗和叶面积。T0 - 3、T1 - 3、T1 - 4 处理的容器梨苗株高均显著高于对照,分别提高了 41.69%、63.05%、43.73%;T1 - 3、T1 - 4 处理的茎粗均高于对照,其中 T1 - 4 处理容器梨苗的茎粗最大,与对照相比增加了 37.10%;4 组发酵木屑混配基质处理的容器梨苗叶面积均显著大于对照,T0 - 3、T1 - 3、T0 - 4、T1 - 4 处理分别比对照增加了 100.20%、120.57%、92.70%、124.36%,差异达到显著水平。综上,T1 - 3、T1 - 4 处理更有利于容器梨苗地上部的生长。

2.3 不同配比育苗基质对容器梨苗根系生长的影响

由图 2 可知,除根尖数外,不同处理梨苗根系根长、根平均直径、根表面积、总根体积均没有达到显著差异水平,与不含木霉生物有机肥的基质相比,含木霉生物有机肥的基质培育的梨苗根长、根平均直径、根尖数、根表面积、根体积没有达到显著差异水平,但表现出增高的趋势。与 T0 - 3 处理相比,T1 - 3 处理容器梨苗根长、根平均直径、根尖数、根表面积、根体积分别增加了 16.20%、1.70%、25.00%、17.60%、5.80%;与 T0 - 4 处理相比,T1 - 4 处理基质栽培的容器梨苗根长、根平均直径、根尖数、根表面积、根体积分别提高了 2.90%、1.22%、1.75%、1.30%、2.40%。



不同处理间标有不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。下同

图1 不同配比育苗基质对容器梨苗地上部生长指标的影响

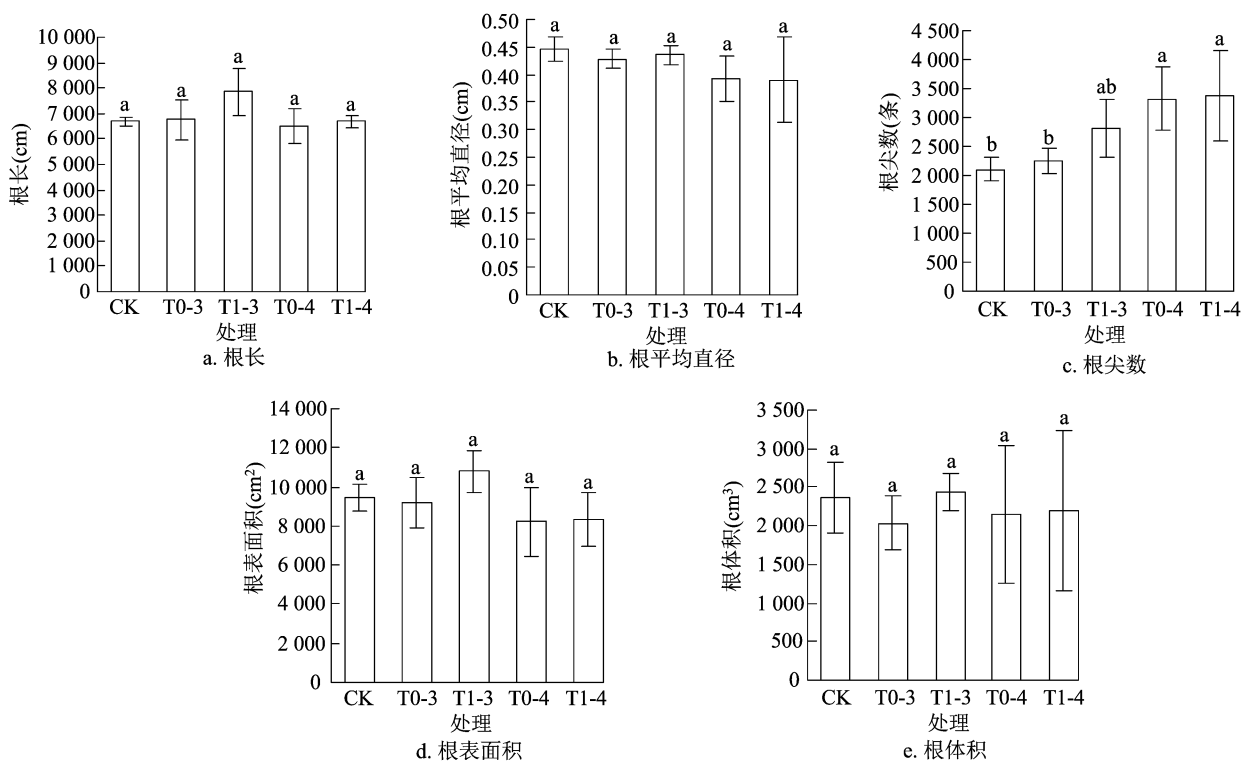


图2 不同配比育苗基质对容器梨苗根系生长的影响

2.4 不同配比育苗基质对容器梨苗生物量的影响

从表3可以看出,T1-4处理的容器梨苗的茎干质量、地上部干质量、根干质量、总干质量最大,分别为32.51、65.93、45.25、111.18 g。T0-3、T1-3、T0-4、T1-4处理的容器梨苗叶片干质量均显著高于对照,分别提高了71.40%、78.08%、51.04%、73.16%。与对照相比,不含木霉生物有机肥的T0-3处理的地上部干质量显著提高了38.45%,而T0-4处理与CK相比无显著差异;在T1-4处理下,梨苗茎干质量、地上部干质量、根干质量、总干质量分别比对照提高了74.60%、73.87%、27.43%、51.41%,且差异显著;T1-3处理地上部

干质量、总干质量分别比对照显著增加49.84%、28.24%。与不含木霉生物有机肥的基质相比,含木霉生物有机肥的基质生物量存在上升趋势,其中T1-4处理的茎干质量、地上部干质量、根干质量、总干质量分别较T0-4处理提高了91.12%、42.83%、31.96%、38.18%,差异均达到显著水平。

2.5 不同配比育苗基质对容器梨苗根部养分含量的影响

由表4可知,与对照相比,不含木霉生物有机肥的容器梨苗根部N、P、K、Ca含量无显著差异;T0-3处理的梨苗根部Mg元素含量与对照相比显著提高了37.61%;T0-4处理的容器梨苗根部Zn元素含

表 3 不同配比基质对容器梨苗生物量的影响

处理	叶片干质量 (g)	茎干质量 (g)	地上部干质量 (g)	根干质量 (g)	总干质量 (g)	根冠比
CK	19.30 ± 2.23b	18.62 ± 1.56b	37.92 ± 2.42d	35.51 ± 1.44b	73.43 ± 3.60c	0.94 ± 0.04a
T0-3	33.08 ± 3.34a	19.42 ± 2.05b	52.50 ± 1.38bc	33.04 ± 0.86b	85.55 ± 1.42bc	0.63 ± 0.03b
T1-3	34.37 ± 3.78a	22.45 ± 5.20b	56.82 ± 2.35b	37.35 ± 5.60b	94.17 ± 7.87b	0.66 ± 0.07b
T0-4	29.15 ± 4.10a	17.01 ± 5.55b	46.16 ± 8.23cd	34.29 ± 3.02b	80.46 ± 9.44c	0.76 ± 0.14b
T1-4	33.42 ± 4.05a	32.51 ± 1.51a	65.93 ± 5.48a	45.25 ± 2.51a	111.18 ± 7.92a	0.69 ± 0.02b

量比对照显著增加 23.55% ; 含木霉生物有机肥的 T1-3 处理的容器梨苗根部 P、Ca、Mg、Cu、Zn 含量均显著高于对照, 分别提高 39.38%、29.88%、49.57%、56.41%、48.16%, T1-4 处理所育容器梨苗的根部 Mg、Fe、Zn 含量显著高于对照, 分别增加

35.04%、13.40%、49.39% ; 与不含木霉生物有机肥的基质(T0-3、T0-4)相比, 含木霉生物有机肥的基质处理(T1-3、T1-4)栽培的容器梨苗根部 Fe、Mn、Zn 含量明显升高。

表 4 不同配比育苗基质对容器梨苗根部养分含量的影响

处理	N 含量 (g/kg)	P 含量 (g/kg)	K 含量 (g/kg)	Ca 含量 (g/kg)	Mg 含量 (g/kg)	Fe 含量 (mg/kg)	Mn 含量 (mg/kg)	Cu 含量 (mg/kg)	Zn 含量 (mg/kg)
CK	4.96 ± 0.23a	1.60 ± 0.12bc	19.88 ± 1.06a	8.40 ± 1.52b	1.17 ± 0.15b	145.19 ± 11.07b	42.98 ± 5.11a	11.77 ± 1.99b	41.57 ± 0.58c
T0-3	5.76 ± 0.41a	2.10 ± 0.47ab	20.76 ± 1.06a	9.53 ± 1.43ab	1.61 ± 0.27a	122.54 ± 2.34c	24.55 ± 4.58cd	7.14 ± 1.65c	43.68 ± 4.57bc
T1-3	6.60 ± 1.64a	2.23 ± 0.30a	21.49 ± 1.48a	10.91 ± 1.09a	1.75 ± 0.12a	157.22 ± 5.48ab	33.64 ± 1.31b	18.41 ± 1.38a	61.59 ± 7.44a
T0-4	5.35 ± 0.73a	1.41 ± 0.16c	14.43 ± 2.99a	7.85 ± 0.78b	1.09 ± 0.13b	144.15 ± 9.04b	21.28 ± 1.25d	7.00 ± 1.18c	51.36 ± 6.27b
T1-4	6.10 ± 1.06a	1.67 ± 0.31abc	21.92 ± 2.94a	9.61 ± 0.80ab	1.58 ± 0.19a	164.64 ± 9.77a	29.62 ± 0.48bc	7.45 ± 1.37c	62.10 ± 1.99a

2.6 不同配比育苗基质对容器梨苗茎部养分含量的影响

从表 5 可以看出, 与对照相比, 发酵木屑复混基质所育容器梨苗茎部的 P、K、Ca、Mg、Zn 无显著差异; T0-3 处理的容器梨苗茎部 N 含量比对照显著提高了 52.96% ; 各处理容器梨苗茎部的 Mn 含量均

显著高于对照; 与 T0-3、T0-4 处理相比, T1-3、T1-4 处理的容器梨苗茎部 Fe 含量增加; 与对照相比, T1-3、T1-4 处理的 N、P、K、Ca、Mg 等含量较高。上述结果表明, 含木霉生物有机肥的基质处理有助于提高上述元素的含量。

表 5 不同配比育苗基质对容器梨苗茎部养分含量的影响

处理	N 含量 (g/kg)	P 含量 (g/kg)	K 含量 (g/kg)	Ca 含量 (g/kg)	Mg 含量 (g/kg)	Fe 含量 (mg/kg)	Mn 含量 (mg/kg)	Cu 含量 (mg/kg)	Zn 含量 (mg/kg)
CK	6.25 ± 0.26b	2.49 ± 0.38a	12.68 ± 1.32a	17.12 ± 5.60a	1.89 ± 0.37a	143.35 ± 7.90a	39.06 ± 3.31b	13.71 ± 1.57a	77.13 ± 10.76a
T0-3	9.56 ± 1.64a	2.61 ± 0.10a	11.99 ± 2.17a	17.31 ± 1.65a	1.95 ± 0.17a	73.81 ± 10.04d	47.59 ± 2.55a	11.25 ± 0.93ab	68.14 ± 1.97a
T1-3	7.39 ± 0.13ab	2.78 ± 0.20a	13.06 ± 1.96a	21.08 ± 3.19a	2.49 ± 0.08a	95.99 ± 15.28c	51.66 ± 4.54a	11.49 ± 2.02ab	76.02 ± 6.16a
T0-4	7.37 ± 1.25ab	2.56 ± 0.76a	11.37 ± 0.64a	16.60 ± 2.73a	2.24 ± 0.77a	123.86 ± 6.42b	53.34 ± 3.94a	9.81 ± 1.44b	74.53 ± 12.55a
T1-4	7.72 ± 1.83ab	2.82 ± 0.15a	13.09 ± 1.29a	21.97 ± 1.98a	2.57 ± 0.03a	128.96 ± 3.76ab	55.42 ± 5.49a	10.03 ± 0.71b	77.76 ± 3.81a

2.7 不同配比育苗基质对容器梨苗叶片养分含量的影响

从表 6 可以看出, 与对照相比, 不含木霉生物有机肥的基质处理可以增加容器梨苗叶片中的 N 含量, 其中 T0-3 处理的叶片 N 元素含量比对照显著增加了 27.02% , 而 T0-3 处理与其他处理之间叶

片 N 元素含量无显著差异; 含木霉生物有机肥的 T1-3 处理的容器梨苗叶片 N、Mn、Cu 含量显著高于对照, 分别提高了 40.52%、7.40%、38.31% ; 与对照相比, T1-4 处理容器梨苗叶片 N、Mn 含量分别显著增加了 21.31%、23.82% ; T1-3、T1-4 处理容器梨苗叶片的 Ca、Mn 元素含量与 T0-3、T0-4

表 6 不同配比育苗基质对容器梨苗叶片养分含量的影响

处理	N 含量 (g/kg)	P 含量 (g/kg)	K 含量 (g/kg)	Ca 含量 (g/kg)	Mg 含量 (g/kg)	Fe 含量 (mg/kg)	Mn 含量 (mg/kg)	Cu 含量 (mg/kg)	Zn 含量 (mg/kg)
CK	15.25 ± 2.40c	3.66 ± 0.15a	24.48 ± 0.15a	36.29 ± 1.63a	3.47 ± 0.15ab	178.82 ± 9.53a	87.57 ± 3.34c	8.51 ± 1.59b	71.98 ± 8.45a
T0-3	19.37 ± 1.75ab	2.86 ± 0.13b	30.57 ± 0.13b	29.54 ± 1.22c	3.30 ± 0.17b	158.30 ± 11.83b	78.27 ± 3.08d	8.00 ± 1.98b	78.17 ± 1.91a
T1-3	21.43 ± 1.52a	3.69 ± 0.17a	30.85 ± 0.17a	32.27 ± 1.04b	3.46 ± 0.13ab	171.23 ± 7.75ab	94.05 ± 3.76b	11.77 ± 1.32a	80.21 ± 5.67a
T0-4	18.02 ± 1.33bc	2.91 ± 0.12b	25.81 ± 0.12b	34.16 ± 0.83b	3.50 ± 0.06ab	137.17 ± 9.49c	89.26 ± 1.96bc	5.72 ± 1.87b	74.01 ± 4.37a
T1-4	18.50 ± 0.51ab	3.08 ± 0.10b	31.00 ± 0.10b	37.86 ± 0.57a	3.67 ± 0.08a	140.91 ± 1.60c	108.43 ± 3.00a	8.19 ± 1.09b	79.30 ± 2.72a

处理相比明显提高。

3 讨论

利用农林废弃物研制能够替代草炭的基质材料是种苗培育领域的研究热点和重要任务之一^[18]。本研究以发酵木屑、木霉生物有机肥、泥炭、珍珠岩、蛭石为原料组分,按不同比例混合配制不同的复混基质,研究其对容器梨苗生长发育的影响,以期为新型基质的开发和梨优质大苗培育提供技术支撑。pH 值是影响梨根系正常生长的重要因素之一,本试验配制的各种基质 pH 值范围为 6.3 ~ 7.0,符合梨苗培育过程中对酸碱环境的要求^[19]。EC 值是反映基质中可溶性盐含量的重要指标,EC 值过低或过高都不利于植物生长^[20]。在本试验中,添加 10% 木霉生物有机肥的 2 款复混基质的 EC 值均高于不含木霉生物有机肥的基质,达到了适合苗木生长的 EC 值的临界值^[21],说明木霉生物有机肥加入基质中可显著提高基质的 EC 值,因此生产中必须考虑木霉生物有机肥的添加比例,从而获得性质更优良的育苗基质,以保障其在生产中的应用的可行性。基质 EC 值的变化与矿质养分含量有密切关系。本研究发现,发酵木屑混配基质和含有木霉生物有机肥的混配基质中碱解氮、有效钾和有效镁含量均显著高于对照,说明发酵木屑和生物有机肥作为基质原料具有一定的养分优势。

前人研究发现,以树皮、木屑等园林废弃物复配制成的复混基质具有显著促进林木、油茶等种苗生长的效应^[18,22-24]。本研究结果也显示,适宜比例的发酵木屑与其他物料复配基质处理的梨苗株高、茎粗及叶面积整体均比对照高。而加入木霉生物有机肥的复混基质的促生效果更为明显,这与前人对果树的研究结果^[25]基本一致。通过育苗基质能否满足植物根系生长的需要可以判断混配基质是否适合培育苗木^[26]。本研究结果显示,不同发酵木屑复混基质处理容器苗的总根长、根平均直径、根

表面积、总根体积与对照相比均无显著差异,但与不含木霉生物有机肥的基质处理相比,含木霉生物有机肥基质处理的上述指标有升高趋势。生物量直接呈现苗木整体的生长状态,是苗木评价中的重要指标^[27]。本试验数据显示,与对照相比,各处理种苗植株总生物量有提高趋势,且含木霉生物有机肥的混配基质处理的植株总生物量得到显著提高。上述结果表明,发酵木屑可以替代传统泥炭用于配制基质,而添加木霉生物有机肥有增效作用。

增施氮肥能有效促进苗木的生长发育^[27]。与对照相比,本试验混配基质具有一定的养分优势,碱解氮、有效钾、有效钙和有效镁含量整体均有所提高,而且各混配基质处理培育种苗的根、茎、叶 N 含量均有提高的趋势,特别是叶片中 N 含量的提高趋势更明显。因此,各处理植株生物量的提高可能与植株对 N 的吸收利用有关。另外,与对照相比,含木霉生物有机肥的混配基质处理的植株根部 N、P、Ca、Mg 含量也显著提高或有增高趋势,说明木霉有利于促进根系对基质养分的吸收,与前人研究结果^[28-29]基本一致。Zhou 等研究结果表明,P、Ca 的有效供应有利于促进根系的生长发育^[30]。因此,含木霉生物有机肥的混配基质促进植株生长及根系的发育可能与关键元素供应及吸收有关。

大量研究结果表明,土壤微生物与土壤肥力之间的关系密切,对维持土壤的生态平衡有重要作用^[31-32]。木霉是一种重要的多功能丝状真菌,目前以木霉为功能菌制成的生物有机肥的理论探索和生产实践已经得到大量开展,其促生机制主要是产生能够调节植物根际和激素水平的代谢产物以及提高植株对某些关键矿质元素的利用效率,并有效清除或降解根际病原菌入侵^[33]。杨瑞等研究发现,施用 3% 木霉生物菌肥对苹果砧木幼苗生长具有显著的促进作用^[25]。曾庆宾等通过苗床添加木霉菌肥,显著促进了烟苗生长和矿质养分的吸收^[34]。综合本研究结果可知,添加木霉生物有机肥的复混基质

对梨容器苗植株生长及植株生物量的积累具有显著促进作用,可能与木霉菌促进养分吸收机制有关。

4 结论

综合本试验结果,发酵木屑混配基质在容器梨苗培育过程中的效果能够达到甚至优于泥炭基质,以发酵木屑替代泥炭制备容器梨苗培育基质具有可行性。添加木霉生物有机肥的复混基质对植株生长发育有更显著的促进作用,其中 T1-4 处理(30% 泥炭+20% 珍珠岩+10% 木霉生物有机肥+40% 发酵木屑)的效果最理想。

参考文献:

- [1] 付 靖. 育苗基质发展概况与开发利用探究[J]. 南方农业, 2021, 15(23): 72-73.
- [2] 邹 焱, 石俊雄, 蒋 卫, 等. 烤烟立体漂浮育苗草炭替代基质育苗效果[J]. 江苏农业科学, 2016, 44(1): 136-138.
- [3] 顾睿文, 李宇婷. 废弃葡萄枝条的处理方法与利用价值[J]. 河南农业, 2021(35): 11-12.
- [4] 韩德峰, 高程达, 杨海清, 等. 桃枝废弃物基质栽培对盆栽桃苗生长的影响[J]. 北京农学院学报, 2021, 36(2): 52-57.
- [5] 王 昊, 韦 峰, 陈永伟, 等. 基于葡萄枝条的农林废弃物基质对番茄生长发育的影响[J]. 中国农业科技导报, 2019, 21(5): 141-151.
- [6] 付丽霞. 农业废弃物综合利用的研究与展望[J]. 农业开发与装备, 2021(3): 71-72.
- [7] 贺字典, 高玉峰, 叶雪玲, 等. 溶磷木霉菌对辣椒促生效果[J]. 北方园艺, 2021(13): 62-68.
- [8] 周罗娜, 陈银翠, 周玉锋, 等. 一株拮抗炭疽病菌的木霉菌发酵液对茶树幼苗的促生作用[J]. 茶叶通讯, 2021, 48(2): 247-252.
- [9] 张欣玥, 徐洪伟, 周晓馥. 绿色木霉固态发酵物对黄瓜幼苗促生作用的影响[J]. 北华大学学报(自然科学版), 2021, 22(5): 617-621.
- [10] 赵琳琳, 何海永, 吴石平, 等. 棘孢木霉 GYSW-6ml 对草莓炭疽病的生防机制及其防病促生作用研究[J]. 中国生物防治学报, 2020, 36(4): 587-595.
- [11] Yu Z Y, Wang Z Y, Zhang Y Z, et al. Biocontrol and growth-promoting effect of *Trichoderma asperellum* TaspHu1 isolate from *Juglans mandshurica* rhizosphere soil [J]. Microbiological Research, 2021, 242: 126596.
- [12] Hermosa R, Rubio M B, Cardoza R E, et al. The contribution of *Trichoderma* to balancing the costs of plant growth and defense[J]. International Microbiology, 2013, 2(16): 69-80.
- [13] 李瑞敏, 商美妮, 李 荣, 等. 木霉生物育苗基质中功能菌数量对辣椒促生效应的影响[J]. 南京农业大学学报, 2021, 44(5): 869-875.
- [14] 李秀根, 张绍玲. 中国梨树志[M]. 北京: 中国农业出版社, 2020: 1.
- [15] 张绍铃, 谢智华. 我国梨产业发展现状、趋势、存在问题与对策

- 建议[J]. 果树学报, 2019, 36(8): 1067-1072.
- [16] 李英娟, 高 华. 浅谈苹果容器大苗培育技术[J]. 果树资源学报, 2021, 2(2): 48-50.
- [17] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 10-21.
- [18] 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.
- [19] 宋瑞娟. 黄河流域主要梨园土壤养分及树体营养丰缺状况分析[D]. 南京: 南京农业大学, 2017: 1.
- [20] 杨越超, 张 民, 马 丽, 等. 包膜控释肥料养分释放率快速测定方法的研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(4): 730-738.
- [21] Boivin J R, Salifu K F, Timmer V R. Late-season fertilization of *Picea mariana* seedlings: intensive loading and out planting response on greenhouse bioassays[J]. Annals of Forest Science, 2004, 61(8): 737-745.
- [22] 李秋艳, 毕 君, 武亚敬, 等. 松树皮复配基质的理化性质[J]. 林业科技开发, 2015, 29(2): 28-31.
- [23] 孟格蕾. 不同基质理化性质及养分含量对北美红杉容器苗生理生长的影响研究[D]. 上海: 上海应用技术大学, 2019: 10.
- [24] 张毅龙, 彭寿强, 彭雄俊, 等. 育苗基质对油茶胚芽嫁接容器苗生长的影响[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2): 84-87.
- [25] 杨 瑞, 赵国康, 张树武, 等. 木霉 T6 生物菌肥对苹果砧木 M9T337 幼苗生长的促进作用[J]. 中国果树, 2022(5): 34-38.
- [26] 常 君, 王开良, 姚小华, 等. 不同基质、不同容器对薄壳山核桃苗木根系生长影响的研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2012, 37(8): 86-91.
- [27] 薛泽政. 氮素形态对核桃幼苗生长特性的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2020.
- [28] Harman G E. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. [J]. Phytopathology, 2006, 96(2): 190-194.
- [29] 王 革, 李天福, 孙超岷, 等. 烟草木霉菌剂的肥效测定及叶面、根部定殖研究[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(4): 28-34, 54.
- [30] Zhou X B, Jia Z M, Wang D B. Effects of limited phosphorus supply on growth, root morphology and phosphorus uptake in citrus rootstocks seedlings[J]. International Journal of Agriculture and Biology, 2018, 20(2): 431-436.
- [31] Kandil E E, Abdelsalam N R, Mansour M A, et al. Potentials of organic manure and potassium forms on maize growth and production[J]. Scientific Reports, 2020, 10(1): 8752-8762.
- [32] 王翠丽, 王军强, 陈亮, 等. 不同耕作方式对绿洲区农田土壤团聚体中微生物生物量碳、氮含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2022, 50(12): 246-251.
- [33] 李秀英, 赵秉强, 李絮花, 等. 不同施肥制度对土壤微生物的影响及其与土壤肥力的关系[J]. 中国农业科学, 2005, 38(8): 1591-1599.
- [34] 曾庆宾, 李 涛, 苟小梅, 等. 苗床添加木霉菌肥对 2 种烟苗生长及抗逆酶活性的影响[J]. 四川农业大学学报, 2019, 37(1): 28-33.